

#2

**THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the Application of : **Yasushi SASAGAWA**

Filed : **Concurrently herewith**

For : **LABEL SWITCHING SYSTEM**

Serial No. : **Concurrently herewith**

October 25, 2000

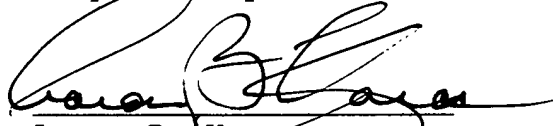
Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Attached herewith is Japanese patent application No.  
2000-006160 of January 11, 2000 whose priorities have been  
claimed in the present application.

Respectfully submitted

  
Aaron B. Karas  
Reg. No. 18,923

HELFGOTT & KARAS, P.C.  
60th FLOOR  
EMPIRE STATE BUILDING  
NEW YORK, NY 10118  
DOCKET NO.: FUJY17.914  
LHH:priority

Filed Via Express Mail  
Rec. No.: EL522395105US  
On: October 25, 2000  
By: Lydia Gonzalez  
Any fee due as a result of this paper,  
not covered by an enclosed check may be  
charged on Deposit Acct. No. 08-1634.



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

6p106  
Jc921 U.S. Pat.  
09/696674  
10/25/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 1月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-006160

出 願 人

Applicant (s):

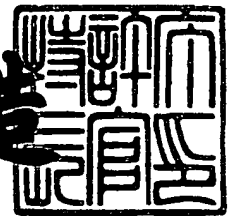
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3067545

【書類名】 特許願

【整理番号】 9902812

【提出日】 平成12年 1月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明の名称】 ラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法及びパケット中継装置

【請求項の数】 22

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号富士通株式会社内

    【氏名】 笹川 靖

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089244

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 遠山 勉

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090516

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松倉 秀実

    【連絡先】 03-3669-6571

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012092

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705606

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法及びパケット中継装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれラベルスイッチング機能を有するように論理的に複数に分割させる手順と；

明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループを指定するための手順と；

を備えるラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 2】 装置内のポートとそれに割り付けた IP アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた IP アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする手順と；

他装置からフラッディングされた前記トポロジ情報を管理し、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、受信した前記トポロジ情報を基に出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する手順と；

を備えるラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 3】 装置内のポートとそれに割り付けた IP アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた IP アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする

ラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 4】 OSPF プロトコルの Opaque LSA を使用し、装置内のポートとそれに割り付けた IP アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた IP アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする

請求項 3 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 5】 明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する

ラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 6】 CR-LDP のラベル要求メッセージ中の ER-TLV 中の最終 ER-HOP-TLV に出口ノードのポートまたはポートグループに対応した IP アドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

前記 CR-LDP のラベル要求メッセージ中の ER-TLV 中の中間 ER-HOP-TLV に中継ノードのポートまたはポートグループに対応した IP アドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

を更に備える請求項 5 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 7】 前記 CR-LDP のラベル要求メッセージ中の ER-TLV 中の ER-HOP-TLV に装置内のポート番号または装置内ポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手順

を更に備える請求項 5 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 8】 前記 CR-LDP のラベル要求メッセージ中の ER-TLV を ER-HOP-TLV としてリソースクラス TLV を使用することにより、装置毎に通過すべきポートを明示可能とするとともに、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順

を更に備える請求項 5 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 9】 MPLS プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した RSVP プロトコルのパスメッセージ中の Explicit Route Object 中の最終 Sub-object に出口ノードのポートまたはポートグループに対応した IP アドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

前記 RSVP プロトコルのパスメッセージ中の Explicit Route

Object 中の中間 Sub-object に中継ノードのポートまたはポートグループに対応した IP アドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

を更に備える請求項 5 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 10】 MPLS プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した RSVP プロトコルのパスメッセージ中の Explicit Route Object 中の Sub-object に装置内のポート番号または装置内のポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手順

を更に備える請求項 5 記載のラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 11】 特定の 1 つの出口及び入口ポートグループの IP/MPLS フォワーディング機能に、装置内他ポートグループの IP/MPLS フォワーディング機能との通信機能及び装置内他ポートグループへのフォワーディング機能を追加することにより、MPLS の明示的ルートを指定する

ラベルスイッチングシステムにおける明示ルート指定方法。

【請求項 12】 それぞれラベルスイッチング機能を有するように論理的に複数に分割された論理ルータ構成手段と；

明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループを指定するための手段と；

を備えるラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 13】 装置内のポートとそれに割り付けた IP アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた IP アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする手段と；

他装置からフラッディングされた前記トポロジ情報を管理し、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、受信した前記トポロジ情報を基に出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する手段と；

を備えるラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 1 4】 装置内のポートとそれに割り付けた I P アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた I P アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする

ラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 1 5】 O S P F プロトコルの O p a q u e L S A を使用し、装置内のポートとそれに割り付けた I P アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた I P アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする

請求項 1 4 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 1 6】 明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する

ラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 1 7】 C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V 中の最終 E R - H O P - T L V に出口ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と；

前記 C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V 中の中間 E R - H O P - T L V に中継ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と；

を更に備える請求項 1 6 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 1 8】 前記 C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V 中の E R - H O P - T L V に装置内のポート番号または装置内ポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手段

を更に備える請求項 1 6 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット



中継装置。

【請求項 19】 前記 C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V を E R - H O P - T L V としてリソースクラス T L V を使用することにより、装置毎に通過すべきポートを明示可能とするとともに、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段

を更に備える請求項 16 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 20】 M P L S プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t R o u t e O b j e c t 中の最終 S u b - o b j e c t に出口ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と；

前記 R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t R o u t e O b j e c t 中の中間 S u b - o b j e c t に中継ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と；

を更に備える請求項 16 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 21】 M P L S プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t R o u t e O b j e c t 中の S u b - o b j e c t に装置内のポート番号または装置内のポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手段

を更に備える請求 16 記載のラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【請求項 22】 特定の 1 つの出口及び入口ポートグループの I P / M P L S フォワーディング機能に、装置内他ポートグループの I P / M P L S フォワーディング機能との通信機能及び装置内他ポートグループへのフォワーディング機能を追加することにより、M P L S の明示的ルートを指定する

ラベルスイッチングシステムにおけるパケット中継装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はラベルスイッチングシステムに関し、特にこのシステムにおける明示ルート指定方法及びパケット中継装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ラベルスイッチングはイントラネット及びインターネット・バックボーン向けの高速なデータ転送、トラヒックの負荷分散や帯域制御などを本格的に実現するための基盤技術である。また、ラベルスイッチングはIPレベル（レイヤ3）でのルーティング処理と、ATM、フレームリレー、及びEthernetなどの下位レイヤ（レイヤ2）のスイッチング処理とを融合し、IPパケットに「ラベル」を付与し、このラベルによりレイヤ2のパケットのフォワーディング（伝送、交換、転送）を行う。

【 0 0 0 3 】

このラベルスイッチングについては現在IETFのMPLS-WGにおいて、MPLS（Multi Protocol Label Switching）として標準化作業が推進されている。また、ITUにおいても、公衆網（Public Network）におけるIP over ATM（IP/ATM）でMPLSを使用することについて検討している。

【 0 0 0 4 】

一般的にラベルスイッチングは、高速データ転送、スケーラビリティ、及びトラヒック制御の容易性という特徴を備えている。ATMネットワークにおいてラベルスイッチングを実現するATM-LSR（ATM Label Switching Router）においては、VC（Virtual Channel）を識別するVPI（Virtual Path Identifiers）及びVCI（Virtual Channel Identifiers）をラベルとして使用することにより、IPパケットをレイヤ3のATM層にマッピング（インタワーキング）する。

## 【 0 0 0 5 】

既にフィールドにおいてATMネットワークが数多く展開され、多数のATM装置が市場に投入されている現状を考慮すると、ラベルスイッチングを実ネットワークに展開するためには、既存のATM-Switch（ATMスイッチ）のアーキテクチャをいかにラベルスイッチングにマッピングするかが重要となる。さらに、既存のATM-Switchのアーキテクチャとの親和性が高いラベルスイッチングを実現することが望まれる。

## 【 0 0 0 6 】

一方、MPLSの最も重要なアプリケーションの1つと見られているトラフィックエンジニアリング（負荷分散）は、能率的で信頼できる網を活用し、同時に網リソースの使用率を最適化しようとするものである。そのために、MPLSに対して、IPルーティングにのみに限定されない、様々なルートの指定（Constraint Base Routing）機能が要求される。

## 【 0 0 0 7 】

さらに、トラフィックエンジニアリングは、その最適化の実現のために、様々な細粒性で網のリソースの使用状況を把握できることが望まれる。したがって、MPLSが提供する様々なルートの指定（CBR）機能にも様々な細粒性が要求される。

## 【 0 0 0 8 】

ATM-SwitchベースでMPLSのエッジデバイスとしてLSR（Label Switching Router）を実現する場合のアーキテクチャを考える。ここで問題となるのは、IP/MPLSフォワーディング機能の実装方法である。

## 【 0 0 0 9 】

図1、図2及び図3にラベルスイッチングアーキテクチャをそのままマッピングしたATM-SwitchベースのMPLSエッジデバイスとしてのLSRの構成例を示す。

## 【 0 0 1 0 】

図1の構成例はIP/MPLSフォワーディング機能をCPUに実装する手法であるが、この手法では、CPUでパケットの分析、ルーティングテーブルのサー

チ及びパケットヘッダの編集を行うため、高速フォワーディングを実現できない。

#### 【 0 0 1 1 】

図 2 の構成例は I P / M P L S フォワーディング機能（ハードウェア）を C P U の前段に実装し、C P U がラベル分配プロトコル及びルーティングプロトコルの実行結果等の情報を基に I P / M P L S フォワーディング機能を制御し、結果として、I P / M P L S フォワーディング機能が C P U をショートカットし、高速フォワーディングを実現する手法である。

#### 【 0 0 1 2 】

この手法は、A T M スイッチをベースとして実現する場合、新規ハードウェアが共通部に必要となり、実装スペース及び実装コストの面で問題がある。

図 3 の構成例は I P / M P L S フォワーディング機能（ハードウェア）を各アダプタ（外部インターフェース：ポートを 1 または複数収容したパッケージでありポートグループに対応）に実装し、C P U がラベル分配プロトコル及びルーティングプロトコルの実行結果等の情報を基に I P / M P L S フォワーディング機能を制御し、結果として、I P / M P L S フォワーディング機能が C P U をショートカットし、高速フォワーディングを実現する手法である。

#### 【 0 0 1 3 】

この手法はアダプタに機能追加が必要となり（共通部の変更よりは比較的実装上の問題は少ない）、図 2 の構成例と同様に、実装スペース及び実装コストの面で問題がある。また、装置上で、パケットの入り口（I n g r e s s）のアダプタとパケットの出口（E g r e s s）のアダプタとの双方で I P / M P L S を終端することになり、冗長な制御となる。

#### 【 0 0 1 4 】

図 2 及び図 3 の構成例の折衷案として図 4 に示す構成例を考える。これは、I P / M P L S フォワーディング機能（ハードウェア）をパケットの出口、つまり非 M P L S ネットワークに向かったのアダプタに実装し、C P U がラベル分配プロトコル及びルーティングプロトコルの実行結果等の情報を基に I P / M P L S フォワーディング機能（ハードウェア）を制御し、結果として、I P / M P L S フ

ォワーディング機能がCPUをショートカットし、高速フォワーディングを実現する手法である。

【0015】

この手法は、アダプタに機能追加が必要（共通部の変更よりは比較の実装上の問題は少ない）であり、図2及び図3の構成例と同様に、実装スペース及び実装コストの面で問題がある。しかし、装置上で、パケットの出口のアダプタのみでIP/MPLSを終端するため、冗長な制御が不要となり、図3の構成例に対して有利となる。

【0016】

ここで、MPLSのラベル分配プロトコルについて述べる。ラベル分配プロトコルには、その経路の決定の方法として、大きく分けて次の2種類がある。

(1) hop by hop routing: ルーティングテーブルを基にホップバイホップでの経路決定。

【0017】

(2) Constraint Base Routing: 入口ノードによるルーティング情報及びその他各種情報を基にした明示的な経路決定 (Explicit Routing) 及びQoS等の各種装置リソースを指定した経路決定。

【0018】

また、ラベル分配プロトコルとして代表的なものとしては次の3種類がある。

(1) LDP (Label Distribution Protocol: なお、ここでは特定のプロトコルを指す)

これはhop by hop routingによるベストエフォート通信用プロトコルである。

【0019】

(2) CR-LDP (Constraint-Based LSP Setup using LDP)

これは明示的ルート指定、QoS通信等を可能としたラベル分配プロトコルであり、LDPを拡張したものである。

【0020】

(3) RSVP Extensions (Extensions to RSVP for LSP Tunne

ls)

これは明示的ルート指定、QoS通信等を可能としたラベル分配プロトコルであり、RSVPを拡張したものである。

【0021】

なお、図1から図4において、OSPF (Open Shortest Path First) はルーチングプロトコルであり、インテリア・ゲートウェイ・プロトコル (IGP) の一種である。また、フォワーダはMPLS及びIPを終端し、MPLSネットワークに対して、MPLSフォワーディングを実現し、IPネットワーク (非MPLSネットワーク) に対してIPフォワーディングを実現する。

【0022】

図5はLDPによるhop by hop routingのシーケンス例を示す。ここに示す通り、hop by hop routingでは、LSP (Label Switched Path) 設定トリガを検出した入口LSR (ノード内のEdge-LSR) は、設定するLSPに対応するFEC (Forwarding Equivalence Class: 当該LSPを通るパケットの集合を示し、現状では、FEC要素として、Address Prefix: 0~32ビット長のアドレスプレフィックスとHost Address: フルホストアドレスが定義されており、このFEC要素の集合がFECとなる) をLabel Requestメッセージに設定し、FECをキー情報としてルーチングテーブルを検索することにより、ネクストホップ (NEXT HOP) を決定し、当該NEXT HOPに対してLabel Requestメッセージを送信する。

【0023】

Label Requestメッセージを受信した中継LSR (ノード内のATM-LSR) は、受信メッセージ中のFECをキー情報としてルーチングテーブルを検索することによりNEXT HOPを決定し、当該NEXT HOPに対してLabel Requestメッセージを送信する。

【0024】

Label Requestメッセージを受信した出口LSR (ノード内のEdge-LSR) は、受信メッセージ中のFECをキー情報としてルーチングテ

ーブルを検索することにより自身が出口であることを認識し、当該LSPに使用するラベルを決定し、LSPを設定するとともにLabel Mappingメッセージに当該ラベルを設定し、上流LSRに送信する。

## 【0025】

Label Mappingメッセージを受信した中継LSRは、下流LSRとのLSPを設定するとともに、当該LSPに使用する上流LSRとの間のラベルを決定し、LSPを設定するとともにLabel Mappingメッセージに当該ラベルを設定し、上流LSRに送信する。

## 【0026】

Label Mappingメッセージを受信した入口LSRは、下流LSRとのLSPを設定する。このようにして、入口LSRから出口LSRまでのLSPの設定が完了する。

## 【0027】

図6はCR-LDPによる明示的ルーティング(Explicit Routing)のシーケンス例を示す。これの図5との大きな相違点は、LSP(Label Switched Path)設定トリガを検出した入口LSRは、トポロジ情報等を基にローカルポリシ等により設定するLSPが通過する複数のLSRを決定し、Label Requestメッセージに明示的に設定(この時に設定するFECは一般的には、CR-LDPで追加定義した“CRLSP”であり、当該LSPに対応するFECはダイナミックに変わることを示す)し、同様にローカルポリシ等によりNEXT HOPを決定し、当該NEXT HOPに対してLabel Requestメッセージを送信することと、Label Requestメッセージを受信した中継LSRが受信メッセージ中の明示ルートにより、NEXT HOPを決定すること、及びLabel Requestメッセージを受信した出口LSRが受信メッセージ中の明示ルートにより自身が出口であることを認識することである。

## 【0028】

図7はRSVP ExtensionsによるExplicit Routingのシーケンス例を示す。これの図6との大きな相違点は、LDPがTCP上

で明示的にセッションを設定するのに対して、RSVP Extensionsが暗黙的にセッションを設定することと、Label Requestメッセージ及びLabel MappingメッセージがそれぞれPathメッセージ及びReserveメッセージに変わることである。

## 【0029】

図4に示す装置アーキテクチャを採るLSRにおいて、上記ラベル分配プロトコルによるLSPの設定を考えると、次の理由により、MPLSアーキテクチャを図4の装置アーキテクチャにうまくマッピングすることができない。

## 【0030】

(1) 現在IETFで開発中のMPLSの考え方では、出口ノードがMPLSを終端し、出口ノードがIP Routing (Forwarding) により出力ポートを決定し、パケットをフォワードする。

## 【0031】

(2) 現在IETFで開発中のMPLSのExplicit Routing (CR-LDP及びRSVP Extensionsとも) は、通過するノードまたはノードの集合を指定する。

## 【0032】

(3) 図4に示す装置アーキテクチャは、IPフォワーディングエンジンをアダプタに実装しているため、出口ノードではなく、出口ノードのアダプタでIP/MPLSを終端する必要がある。

## 【0033】

具体的には、hop by hop routing及びExplicit Routingの双方のラベル分配プロトコルとも装置内の特定のアダプタまたはポートを示すことができないので、出口ノードの特定のアダプタを終端としてLSPを設定することができない。

## 【0034】

ただし、LDPによるhop by hop routingの場合、Label Request メッセージ中にFECが指定され、さらにLDPの現バージョンでは、Label Request メッセージ中のFECとして1つ



の F E C エレメントのみが許容されているので、出口ノードは、この F E C により出口のノードを特定できる。

## 【 0 0 3 5 】

また、上記のように現状の M P L S の明示的ルート指定の細粒性は、その最小単位がノードである。ここで、トラヒックエンジニアリングの実装によっては、ノード単位の指定に加えてそのノードの特定のポート及びポートグループまで指定できる細粒性の実現が要求されることが考えられる。

## 【 0 0 3 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、M P L S（ラベルスイッチング）を実現する A T M ネットワークにおけるラベルスイッチングアーキテクチャと A T M - S w i t c h ベースの装置アーキテクチャとのマッピング、及び M P L S が提供する様々なルートの指定（C o n s t r a i n t   B a s e   R o u t i n g）機能の細粒性を図ることを可能にする明示ルート指定方法及びパケット中継装置を提供することにある。

## 【 0 0 3 7 】

つまり、本発明の課題は、実装スペース、実装コスト等の問題により、図 4 に示す構成を採るパケット中継装置（L S R）に如何に M P L S アーキテクチャをマッピングするか、またこのパケット中継装置を如何に M P L S アーキテクチャにマッピングするかである。より詳述すると、パケット中継装置において、当該装置が M P L S の出口となる場合に、如何に出口のアダプタで M P L S を終端するかが課題である。

## 【 0 0 3 8 】

さらに、M P L S の明示ルート指定において、ノード単位の指定に加えて、ノードの特定のポート及びポートグループまで指定できる細粒性のサポートが課題である。

## 【 0 0 3 9 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の明示ルート指定方法は、それぞれ

ラベルスイッチング機能を有するように論理的に複数に分割させる手順と；

明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループを指定するための手順とを備える。

【 0 0 4 0 】

本発明の第 2 の明示ルート指定方法は、装置内のポートとそれに割り付けた I P アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた I P アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする手順と；

他装置からフラッディングされた前記トポロジ情報を管理し、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、受信した前記トポロジ情報を基に出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する手順とを備える。

【 0 0 4 1 】

本発明の第 3 の明示ルート指定方法は、装置内のポートとそれに割り付けた I P アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた I P アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする。

【 0 0 4 2 】

本発明の第 4 の明示ルート指定方法は、O S P F プロトコルの O p a q u e L S A を使用し、装置内のポートとそれに割り付けた I P アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた I P アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする。

【 0 0 4 3 】

本発明の第 5 の明示ルート指定方法は、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する。

【 0 0 4 4 】

本発明の第 6 の明示ルート指定方法は、上記第 5 の明示ルート指定方法において、C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V 中の最終 E R - H O

P-TLVに出口ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

前記CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLV中の中間ER-HOP-TLVに中継ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手順とを更に備える。

#### 【0045】

本発明の第7の明示ルート指定方法は、上記第5の明示ルート指定方法において、前記CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLV中のER-HOP-TLVに装置内のポート番号または装置内ポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手順を更に備える。

#### 【0046】

本発明の第8の明示ルート指定方法は、上記第5の明示ルート指定方法において、前記CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLVをER-HOP-TLVとしてリソースクラスTLVを使用することにより、装置毎に通過すべきポートを明示可能とするとともに、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順を更に備える。

#### 【0047】

本発明の第9の明示ルート指定方法は、上記第5の明示ルート指定方法において、MPLSプロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張したRSVPプロトコルのパスメッセージ中のExplicit Route Object中の最終Sub-objectに出口ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手順と；

前記RSVPプロトコルのパスメッセージ中のExplicit Route Object中の中間Sub-objectに中継ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、中継ノードのポート

またはポートグループを指定する手順とを更に備える。

【 0 0 4 8 】

本発明の第 1 0 の明示ルート指定方法は、上記第 5 の明示ルート指定方法において、MPLS プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した RSVP プロトコルのパスメッセージ中の Explicit Route Object 中の Sub-object に装置内のポート番号または装置内のポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手順を更に備える。

【 0 0 4 9 】

本発明の第 1 1 の明示ルート指定方法は、上記第 5 の明示ルート指定方法において、特定の 1 つの出口及び入口ポートグループの IP/MPLS フォワーディング機能に、装置内他ポートグループの IP/MPLS フォワーディング機能との通信機能及び装置内他ポートグループへのフォワーディング機能を追加することにより、MPLS の明示的ルートを指定する。

【 0 0 5 0 】

本発明の第 1 のパケット中継装置は、それぞれラベルスイッチング機能を有するように論理的に複数に分割された論理ルータ構成手段と；

明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループを指定するための手段とを備える。

【 0 0 5 1 】

本発明の第 2 のパケット中継装置は、装置内のポートとそれに割り付けた IP アドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けた IP アドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする手段と；

他装置からフラッディングされた前記トポロジ情報を管理し、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、受信した前記トポロジ情報を基に出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する手段とを備える。

## 【 0 0 5 2 】

本発明の第3のパケット中継装置は、装置内のポートとそれに割り付けたIPアドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けたIPアドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする。

## 【 0 0 5 3 】

本発明の第4のパケット中継装置は、OSPFプロトコルのOpaqueLSAを使用し、装置内のポートとそれに割り付けたIPアドレスとの組、または装置内のポートを複数のグループに分割しそのグループとそれに割り付けたIPアドレスとの組をトポロジ情報としてフラッディングする。

## 【 0 0 5 4 】

本発明の第5のパケット中継装置は、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを明示的に指定する。

## 【 0 0 5 5 】

本発明の第6のパケット中継装置は、上記第5のパケット中継装置において、CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLV中の最終ER-HOP-TLVに出口ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と

；  
前記CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLV中の中間ER-HOP-TLVに中継ノードのポートまたはポートグループに対応したIPアドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手段とを更に備える。

## 【 0 0 5 6 】

本発明の第7のパケット中継装置は、上記第5のパケット中継装置において、前記CR-LDPのラベル要求メッセージ中のER-TLV中のER-HOP-TLVに装置内のポート番号または装置内ポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポ

ートグループとを指定する手段を更に備える。

【 0 0 5 7 】

本発明の第 8 のパケット中継装置は、上記第 5 のパケット中継装置において、前記 C R - L D P のラベル要求メッセージ中の E R - T L V を E R - H O P - T L V としてリソースクラス T L V を使用することにより、装置毎に通過すべきポートを明示可能とするとともに、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段を更に備える。

【 0 0 5 8 】

本発明の第 9 のパケット中継装置は、上記第 5 のパケット中継装置において、M P L S プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t   R o u t e   O b j e c t 中の最終 S u b - o b j e c t に出口ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、出口ノードのポートまたはポートグループを指定する手段と；

前記 R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t   R o u t e   O b j e c t 中の中間 S u b - o b j e c t に中継ノードのポートまたはポートグループに対応した I P アドレスを設定することにより、中継ノードのポートまたはポートグループを指定する手段とを更に備える。

【 0 0 5 9 】

本発明の第 1 0 のパケット中継装置は、上記第 5 のパケット中継装置において、M P L S プロトコルにおけるラベルスイッチングのパス設定のために拡張した R S V P プロトコルのパスメッセージ中の E x p l i c i t   R o u t e   O b j e c t 中の S u b - o b j e c t に装置内のポート番号または装置内のポートグループ番号を追加することにより、出口ノードのポートまたはポートグループと中継ノードのポートまたはポートグループとを指定する手段を更に備える。

【 0 0 6 0 】

本発明の第 1 1 のパケット中継装置は、上記第 5 のパケット中継装置において、特定の 1 つの出口及び入口ポートグループの I P / M P L S フォワーディング機能に、装置内他ポートグループの I P / M P L S フォワーディング機能との通

信機能及び装置内他ポートグループへのフォワーディング機能を追加することにより、MPLSの明示的ルートを指定する。

【0061】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

〔第1の実施の形態〕

本発明の第1の実施の形態におけるパケット中継装置としてのラベルスイッチングルータ（LSR：Label Switching Router）について、その構成を示す図8及び図9、さらに処理のフローチャートを示す図10を併せ参照して説明する。

【0062】

第1の実施の形態におけるラベルスイッチングルータ（LSR）10は装置内に論理的に複数のLSRを実装する構成を採っている。LSR10内のそれぞれのアダプタ（ポートグループに対応）対応に独立のLSRを論理的に定義し、他LSRから当該装置内のそれぞれのアダプタが独立したLSRとして認識されるようにしている。

【0063】

図8に示すように、MPLSネットワーク（ATM）に対して、アダプタ1及びアダプタ2が接続し、非MPLSネットワーク（Ethernet）に対して、アダプタ3及びアダプタ4が接続する構成のLSR10に対して、アダプタ1，アダプタ2，アダプタ3，アダプタ4に対応して、それぞれ論理的なLSR（論理LSR）とし、LSR1，LSR2，LSR3，LSR4を定義し、それぞれのLSRをフルメッシュで接続する構成とする。

【0064】

この構成に従い、他LSRとの通信（ルーティングプロトコル，ラベル分配プロトコル）を行う。この時、LSR1，LSR2は非MPLSネットワークとは接続しないので、LSR1，LSR2は中継ノードとしての機能を具備していれば良いので、LSPを終端する必要が無く、従い、IP/MPLSフォワーディング機能を実装する必要はない。

【0065】

これにより、他LSRは、当該LSR10を独立したLSR1, LSR2, LSR3, LSR4と認識することができ、LSR3に接続されたネットワーク向けの packets を転送するためのLSPを設定する場合は、LSR3を出口ノードとしてLSPを設定することができる。すなわち、アダプタ3でLSPを終端することができる。

#### 【0066】

一層詳述すると、図9に示すように、LSR10においては、論理LSR1, 2, 3, 4をアダプタ対応に定義し、さらにそれぞれの論理LSRを管理するコンポーネントを定義する。

#### 【0067】

これにより、外部装置に対しては、それぞれの論理LSR1, 2, 3, 4が独立に動作することができ、装置内部では、論理LSR管理部11がそれぞれの論理LSR1, 2, 3, 4を管理及び統合することにより、1台のLSRとしての動作が可能となる。

#### 【0068】

トラヒックエンジニアリングは、MPLSの最も有力なアプリケーションの1つであり、ネットワーク資源の使用率の最適化及びトラヒックのフォワーディング性能の最適化を目標とするものである。トラヒックエンジニアリング処理部12は、トポロジ情報管理部13の管理するデータベースを基に、最適なLSPの設定ルートの計算と、ルートの追加、変更及び削除契機の検出と、設定LSPへ割り付けるフローとを決定する。

#### 【0069】

さらに、トラヒックエンジニアリング処理部12は、上記結果により、LSPの設定、追加、変更及び削除と、LSPへのフローの割付及び変更とをラベルスイッチング処理部14に指示する。また、トラヒックエンジニアリング処理部12は、ラベルスイッチング処理部14からの処理結果及び他LSRからの要求により設定したLSPの報告を受け、その結果をトポロジ情報管理部13のデータベースに反映させる。ただし、LSPに対するフローの割り付けについては、その一部または全てをアダプタ上のMPLSフォワーダが実施することもできる。



## 【 0 0 7 0 】

ラベルスイッチング処理部 1 4 は、トラヒックエンジニアリング処理部 1 2 からの指示に従い、L S P の設定、追加、変更及び削除を論理 L S R 管理部 1 1 を介して、論理 L S R 1, 2, 3, 4 に要求する。また、他 L S R からの L S P の設定、追加、変更及び削除要求に対応して論理 L S R 1, 2, 3, 4 を介して、L S R 管理部 1 1 から受け、当該処理を論理 L S R 管理部 1 1 を介して、論理 L S R 1, 2, 3, 4 に要求する。

## 【 0 0 7 1 】

上記処理に際して、ラベル管理部 1 5 との通信によりラベルの捕捉及び解放を行うとともに、スイッチドライバ 1 6 に対して、入力ラベルから出力ラベルへのスイッチングを要求し、更に、M P L S フォワーディングテーブル管理部 1 7 との通信により M P L S フォワーディングテーブルを更新し、論理 L S R 管理部 1 1 を介して、論理 L S R 1, 2, 3, 4 に対して M P L S フォワーディングテーブルのコピーの一部を渡す。

## 【 0 0 7 2 】

論理 L S R 管理部 1 1 は、論理 L S R 1, 2, 3, 4 間の通信を制御するとともに、ラベルスイッチング処理部 1 4 と論理 L S R 1, 2, 3, 4 間の通信において、論理構成と物理構成との相互翻訳を行う。すなわち、ラベルスイッチング処理部 1 4 からの物理構成をベースとした要求を論理構成にマッピングし、それぞれの当該論理 L S R 1, 2, 3, 4 に通知する。逆に、論理 L S R 1, 2, 3, 4 からの論理構成をベースとした要求を物理構成にマッピングし、ラベルスイッチング処理部 1 4 に通知する。

## 【 0 0 7 3 】

ラベル管理部 1 5, トポロジ情報管理部 1 3, I P ルーティングテーブル管理部 1 8, M P L S フォワーディングテーブル管理部 1 7 は、それぞれのデータベースを管理し、そのデータベースの検索機能及び更新機能を提供する。

## 【 0 0 7 4 】

スイッチドライバ 1 6 は、A T M スイッチ F a b r i c (コアスイッチ) を制御し、L S P の設定及び削除を行う。アダプタ # n ドライバ 1 9 は、論理 L S R

1, 2, 3, 4 に対してアダプタの制御機能を提供する。

【 0 0 7 5 】

論理 L S R 3 及び論理 L S R 4 におけるラベルスイッチング処理部 2 0 は、論理 L S R 1, 2, 3, 4 全体を管理し、論理 L S R 1, 2, 3, 4 からの指示により、仮想的なラベルスイッチング処理を行う。すなわち、装置内の L S P の管理、ラベルの割当て、スイッチ制御、I P ルーティングテーブルの更新、M P L S フォワーディングテーブルの更新等は、ラベルスイッチング処理部 1 4 及び論理 L S R 管理部 1 1 が行い、外部の L S R とのプロトコル処理を司る。

【 0 0 7 6 】

論理 L S R 3 及び論理 L S R 4 における I P ルーティングプロトコル処理部 2 1 は、O S P F, R I P 2, B G P 4 等のプロトコル処理を実行する。トポロジ情報フラッディング処理部 2 2 は、I P ルーティングに関わるトポロジ処理とは独立にトラヒックエンジニアリング用のトポロジ情報のフラッディングに関わるプロトコル処理を実行する。ただし、実装は、上記 I P ルーティングプロトコル処理部 2 1 のルーティングプロトコルを拡張したプロトコルとして一体化したものでも良い。

【 0 0 7 7 】

論理 L S R 3 及び論理 L S R 4 におけるラベル分配プロトコル処理部 2 3 は、L D P, C R - L D P, R S V P E x t e n s i o n 等のラベル分配プロトコルを実行する。フォワーダ制御部 2 4 は、アダプタに実装されたフォワーダの制御を行う。すなわち、フォワーダの持つ I P フォワーディングテーブル及び M P L S フォワーディングテーブルの初期化及び更新を行う。

【 0 0 7 8 】

また、論理 L S R 1 及び論理 L S R 2 におけるラベルスイッチング処理部 2 0, I P ルーティングプロトコル処理部 2 1, トポロジ情報フラッディング処理部 2 2, ラベル分配プロトコル処理部 2 3, フォワーダ制御部 2 4 は、上記論理 L S R 3 及び論理 L S R 4 における各構成要素と同一機能である。なお、フォワーダ制御部 2 4 は、論理 L S R 1 及び論理 L S R 2 が M P L S / I P を終端しないため動作させる必要が無い。

## 【 0 0 7 9 】

上記構成（ソフトウェアで構成してもよい）を採ることにより、結果として出口ノードの出口アダプタを指定した明示ルートの設定が可能となる。

## 〔第 2 の実施の形態〕

本発明の第 2 の実施の形態におけるパケット中継装置としてのラベルスイッチングルータ（LSR）について、その構成を示す図 1 1 及び図 1 2、トラヒックエンジニアリングのためのプロトコルなどの各種定義例を示す図 1 3 から図 1 8、さらに処理のフローチャートを示す図 1 9、図 2 0 及び図 2 1 を併せ参照して説明する。

## 【 0 0 8 0 】

第 2 の実施の形態におけるラベルスイッチングルータ（LSR）3 0 は装置内のアダプタを指定可能とする構成を採っている。

図 1 1 に示すように、LSR 3 0 は、ネットワークの各種トポロジ情報のデータベースを保有し、当該データベースを基にトポロジ情報をフラiddiingする機能を有するとともに、フラiddiingされたトポロジ情報を基にデータベースを更新する機能を有する。また、LSR 3 0 は当該データベースを基に明示ルートを指定したラベル分配機能（LSP 設定機能）を有する。

## 【 0 0 8 1 】

さらに、LSR 3 0 は、（1）ポート及びポートの集合をグループ化して管理する機能、（2）ポートまたは／かつポートのグループ番号とその接続先ネットワークアドレスとをフラiddiingする機能、（3）上記（2）項を含んだフラiddiing情報をデータベース化する機能、（4）上記（3）項のデータベースを基に通過するノードに加えてそのポートまたはポートグループまで含めて明示ルートを決定する機能、（5）上記（3）項で決定したルートを明示してラベルを分配する機能を有する。

## 【 0 0 8 2 】

これにより、入口ノードで中継ノード及び出口ノードのポートグループまたはポートまで細分化したトポロジ情報の管理が可能となり、出口ノードのポートグループまたはポートを指定した LSP の設定が可能となるだけでなく、通過す

る中継ノードのポートグループまたはポートの指定も可能となる。

【 0 0 8 3 】

一層詳述すると、図 1 2 に示すように、L S R 3 0 においては、網掛け部のコンポーネントに他装置及び自装置の各ポート及びポートグループ（アダプタに相当）に対応した管理機能を追加している。この L S R 3 0 においては、ポート 1 及びポート 2 をポートグループ 1 に、ポート 3 及びポート 4 をポートグループ 2 に、ポート 5 及びポート 6 をポートグループ 3 に、かつポート 7 及びポート 8 をポートグループ 4 にそれぞれ割り付けて管理する。

【 0 0 8 4 】

また、L S R 3 0 においては、ポートまたは／かつポートのグループ番号とその接続先ネットワークアドレスとをフラッディングする機能を追加している。現在、O S P F 等のルーチングプロトコルにおいて、I P ルーチングのためのトポロジ情報をフラッディングする機能がサポートされている。また、上記 O S P F に機能追加を行い、トラヒックエンジニアリング用（I P ルーチング用のトポロジ情報とは独立に）のトポロジ情報をフラッディングすることが提案されている（O S P F の o p a q u e L S A : Link State Advertisement を使用）。

【 0 0 8 5 】

この例を図 1 3 に示す。このような L S A を新たに定義し、フラッディングすることにより、各々の装置が他装置からの L S A を受信し、結果としてトラヒックエンジニアリング用のトポロジ情報を入手することができる。図 1 3 中のリンク及びインターフェースはポートに相当する。

【 0 0 8 6 】

基本的にこれを使用するが、この考え方をさらに拡張し、図 1 3 で定義された S u b - T V L V にポートグループを追加する。定義の例を示すと、S u b - T V L V タイプ：7，長さ（オクテット）：1，値（オクテット）：4，名称：ポートグループ番号となる。また、リソースクラス S u b - T V L V にポートグループ番号を割り当てる。このように、ポートグループ番号を定義することにより、ポートグループ番号のフラッディングが可能となる。本機能はトポロジ情報フラッディング処理部 3 1 に実装される。

## 【0087】

LSR30においては、上記フラッディング情報をデータベース化する機能が追加されている。図13に示すOSPFのopaque LSAでフラッディングされるトラヒックエンジニアリング用のトポロジ情報に加えて、トポロジ情報フラッディング処理部31によりフラッディングされるポートグループ番号についてもデータベース化する。本機能はトポロジ情報管理部32及びトラヒックエンジニアリング処理部33に実装される。

## 【0088】

LSR30においては、ポートまたはポートグループまで含めて明示ルートを決する機能が追加されている。トポロジ情報管理部32及びトラヒックエンジニアリング処理部33のデータベースを基に入口ノードから出口ノードの出力ポートまでのLSPの明示的なルートをローカルなポリシーあるいは管理的な選択により決定する。本機能はトラヒックエンジニアリング処理部33に実装される。

## 【0089】

さらに、LSR30においては、ポートまたはポートグループを明示してラベルを分配する次の機能が追加されている。

(1) 図14及び図15に示すCR-LDPのLabel Request Message中のER TLV中のER HOP TLVは、本来そのLSPが通過するノード（装置）を指定するものである。これを拡張定義し、ER TLV中の最終ER HOP TLVは出口ノードの出力ポートグループを示すものとする。

## 【0090】

入口ノードは、上記明示的なルートの決定に従い、Label Request Message中のER TLV中の最終ER HOP TLVに出口ノードの出力ポートグループに対応するIPアドレスを指定する（ポートグループ中のいずれかのポートに対応するIPアドレスを指定する）。

## 【0091】

出口ノードは、Label Request Message中のER TL

V中の最終ER HOP TLVの示すIPアドレスにより出力ポートを特定し、さらにそのポートの属するポートグループを特定することができる。

## 【0092】

(2) 図17に示すRSVP ExtensionのPath Message中のEXPLICIT\_ROUTEオブジェクト中のIPv4 Subobjectは、本来そのLSPが通過するノード(装置)を指定するものである。これを拡張定義し、EXPLICIT\_ROUTEオブジェクト中の最終IPv4 Subobjectは出口ノードの出力ポートグループを示すものとする。これは(1)項のRSVP Extension版である。

## 【0093】

(3) 図16に示すように、ER HOP TLVのER Hopタイプにポート及びポートグループ(リンク及びリンクグループ)を追加定義し、さらにポート及びポートグループ(リンク及びリンクグループ)TLVを追加定義する。

## 【0094】

入口ノードは、明示ルートの決定に従い、Label Request Message中のER TLV中の最終ER HOP TLVにポート及びポートグループ(リンク及びリンクグループ)TLVを使用し、出口ノードの出力ポートグループ番号または/かつポート番号を指定する。

## 【0095】

また、必要に応じて、出口ノードは、Label Request Message中のER TLV中の最終ER HOP TLVの示す出力ポートグループ番号または/かつポート番号により出力ポートグループ番号または/かつ出力ポート番号を特定することができる。

## 【0096】

また、必要に応じて、中間ER HOP TLVにポート及びポートグループ(リンク及びリンクグループ)TLVを使用することにより、中継ノードを通過するポート及びポートグループを指定することができる。

## 【0097】

(4) 図18に示すように、EXPLICIT\_ROUTEオブジェクトの

Sub object タイプにポート及びポートグループ（リンク及びリンクグループ）を追加定義し、さらにポート及びポートグループ（リンク及びリンクグループ）Sub object を追加定義する。これは（3）項の RSVP Extension 版である。

## 【0098】

（5）図16に示すように、ER HOP TLVのER Hopタイプにリソースクラスを追加定義する。さらに、図15に示すリソースクラスTLVをER HOP TLVとして使用する。

## 【0099】

入口ノードは、明示ルートの決定に従い、Label Request Message中のER TLV中の最終ER HOP TLVにリソースクラスTLVを使用し、出口ノードの出力ポートグループ番号を指定する。

## 【0100】

出口ノードは、Label Request Message中のER TLV中の最終ER HOP TLVの示す出力ポートグループ番号により出力ポートグループ番号を特定することができる。

## 【0101】

また、必要に応じて、中間ER HOP TLVにリソースクラスTLVを使用することにより、中継ノードを通過するポートグループを指定することができる。

## 【0102】

これにより、入口ノードで中継ノード及び出口ノードのポートグループまたはポートまで細分化したトポロジ情報の管理が可能となり、出口ノードのポートグループまたはポートを指定したLSPの設定が可能となるし、通過する中継ノードのポートグループまたはポートの指定も可能となる。

## 【0103】

なお、図12に示すLSR30において、図9に示すLSR10と同一構成要素は同一参照数字で表している。

〔第3の実施の形態〕

本発明の第3の実施の形態におけるパケット中継装置としてのラベルスイッチングルータ（LSR）について、その構成を示す図22、図23、図24及び図25を併せ参照して説明する。

#### 【0104】

第3の実施の形態におけるラベルスイッチングルータ（LSR）40は装置内の出口アダプタで内部折り返しを可能とする構成を採っている。図22に示すように、LSR40は、図2に示す装置アーキテクチャにおいて、特定の1つの出口アダプタに次の機能を追加している。つまり、（1）他の出口アダプタとの間でATMスイッチを介してコネクションを設定する機能、（2）アダプタ内のポートに加えて、他アダプタに対してもIPフォワーディングを行う機能（上記（1）項のコネクションを使用）、（3）上記（2）項で参照するルーティングテーブルに他アダプタへのルーティング情報を加える。

#### 【0105】

これにより、図2に示す装置アーキテクチャの大枠（実装上の）を変えずに、入口ノードが出口ノードのアダプタを指定することなく（管理することなく）、明示的LSPの設定を実現することができる。

#### 【0106】

##### （IP/MPLSフォワーダの構成例）

図22に示すLSR40におけるIP/MPLSフォワーダの構成例を図23に示す。IP/MPLSフォワーダ50において、ドライバ/レシーバ51は外部インターフェース（ATM/Ether）とのデータの送受信を行う。受信データはバッファ52に格納し、そのアドレス及びサイズを出力情報とし制御を渡す。データ送信時は、そのアドレス及びサイズを入力情報とし、バッファ52に格納されたデータを送信する。

#### 【0107】

バッファ52は受信データを格納するとともに、編集済みデータ（送信データ）を格納する。IPルーティングテーブル53はLSR40本体の持つIPルーティングテーブルの一部のコピーであり、出力先ポートとして、ポート1～nを持つ。MPLSフォワーディングテーブル（Label Information



B a s e) 5 4 は L S R 4 0 本体の持つ M P L S フォワーディングテーブルの一部のコピーであり、出力先ポートとして、V C 1 ~ n を持つ。

#### 【 0 1 0 8 】

テーブル更新処理部 5 5 は L S R 本体制御部からの指示により、I P ルーティングテーブル 5 3 及び M P L S フォワーディングテーブル 5 4 の更新処理を行う。セル化部（パケット分解部）5 6 は編集処理済みのパケットをセル化し、ドライバ 5 8 に対して、V C を指定して送信を指示する。デセル化部（パケット組み立て部）5 7 はレシーバ 5 8 からの受信セルをデセル化し、バッファ 5 2 上でパケットに組み立てる。

#### 【 0 1 0 9 】

パケット編集部 5 9 はパケットの I P ヘッダ及び M P L S ヘッダの編集処理を行う。I P フォワーディング処理部 6 0 は I P ルーティングテーブル 5 3 を参照し、当該パケットの送信先を決定するとともに、パケット編集部 6 1 に I P ヘッダの編集を指示する。M P L S フォワーディング処理部 6 2 は M P L S フォワーディングテーブル 5 4 を参照し、当該パケットの送信先を決定するとともに、パケット編集部 6 1 に M P L S ヘッダの編集を指示する。

#### 【 0 1 1 0 】

（I P / M P L S フォワーダ（X）の第 1 の構成例）

図 2 2 に示す L S R 4 0 における I P / M P L S フォワーダ（X）の第 1 の構成例を図 2 4 に示す。I P / M P L S フォワーダ（X）7 0 により、図 2 に示す装置アーキテクチャの大枠（実装上の）を変えずに、入口ノードが出口ノードのアダプタを指定することなく（管理することなく）、明示的 L S P の設定を実現することができる。

#### 【 0 1 1 1 】

図 2 3 に示す I P / M P L S フォワーダ 5 0 の構成に対し、この I P / M P L S フォワーダ（X）7 0 の機能追加部分を説明する。I P ルーティングテーブル 7 1 は L S R 本体の持つ I P ルーティングテーブルの一部のコピーであり、出力先ポートとして、ポート 1 ~ n 及び V C 1 ~ n を持つ。

#### 【 0 1 1 2 】

パケット編集部 7 2 はパケットの I P ヘッダ及び M P L S ヘッダの編集処理を行う。ただし、I P フォワーディング処理部 7 3 からの指示により、パケット編集部 7 2 は編集済みパケットをポート n に送信することをドライバ 5 1 に指示する場合と、編集済みパケットを V C n に送信することを競合制御部 7 4 に指示する場合がある。

#### 【 0 1 1 3 】

I P フォワーディング処理部 7 3 は I P ルーティングテーブル 7 1 を参照し、当該パケットの送信先を決定するとともに、パケット編集部 7 2 に I P ヘッダの編集を指示する。その際に、送信先がポート n か V C n かを明示する。競合制御部 7 4 はポート n からの入力パケットと V C n からの入力パケットとの折り返しパケットの競合を制御し、セル化部 5 6 への入力パケットのスケジューリングを行う。

#### 【 0 1 1 4 】

( I P / M P L S フォワーダ ( X ) の第 2 の構成例)

図 2 2 に示す L S R 4 0 における I P / M P L S フォワーダ ( X ) の第 2 の構成例を図 2 5 に示す。図 2 3 に示す I P / M P L S フォワーダ 5 0 の構成に対し、この I P / M P L S フォワーダ ( X ) 8 0 の機能追加部分を説明する。

#### 【 0 1 1 5 】

ドライバ / レシーバ 8 1 , 8 2 は外部インターフェース ( A T M / E t h e r ) とのデータの送受信を行う。受信データはバッファ 8 3 に格納し、そのアドレス及びサイズを出力情報とし制御を渡す。データ送信時は、そのアドレス及びサイズを入力情報とし、バッファ 8 3 に格納されたデータを送信する。ただし、本構成においては、データ折り返し専用でのみ動作させるため、外部からの受信はしない。

#### 【 0 1 1 6 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、実装スペース、実装コスト等の問題により、I P / M P L S フォワーダをパケットの出口のアダプタに実装する構成を採るパケット中継装置上で M P L S を実現することが可能となる。この結果、既

存装置アーキテクチャを利用したMPLSの実装が容易になる。

【0117】

また、本発明によれば、明示的なLSPの設定に際して、中継ノード及び出口ノードのポートまたはポートグループを指定する、きめ細かなルート指定が可能となる。この結果、トラヒックエンジニアリング等のMPLSを利用したアプリケーションに対して、その利用範囲を拡張する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のLSRの構成例を示すブロック図。

【図2】 従来のLSRの構成例を示すブロック図。

【図3】 従来のLSRの構成例を示すブロック図。

【図4】 従来のLSRの構成例を示すブロック図。

【図5】 従来のラベル分配シーケンスを説明するための図。

【図6】 従来のラベル分配シーケンスを説明するための図。

【図7】 従来のラベル分配シーケンスを説明するための図。

【図8】 本発明の第1の実施の形態におけるLSRの構成を示すブロック図。

【図9】 第1の実施の形態におけるLSRの詳細構成を示すブロック図。

【図10】 第1の実施の形態におけるLSRの動作を説明するためのフローチャート。

【図11】 本発明の第2の実施の形態におけるLSRの構成を示すブロック図。

【図12】 第2の実施の形態におけるLSRの詳細構成を示すブロック図。

【図13】 OSPFのOpaqueLSAの定義例を説明するための図。

【図14】 CR-LDPのLabel Request Message、ER-TLV、ER-HOP-TLV、及びリソースクラスTLVの定義例を説明するための図。

【図15】 CR-LDPのLabel Request Message、ER-TLV、ER-HOP-TLV、及びリソースクラスTLVの定義例を説明するための図。

【図16】 ER-HOP-TLVの追加定義例を説明するための図。

【図17】 RSVP ExtensionのPath Message, Explicit-Routeオブジェクト及びIPv4 Subobjectの定義例を説明するための図。

【図18】 Explicit-RouteオブジェクトのSubobjectの追加定義例を説明するための図。

【図19】 第2の実施の形態におけるLSRの動作を説明するためのフローチャート。

【図20】 第2の実施の形態におけるLSRの動作を説明するためのフローチャート。

【図21】 第2の実施の形態におけるLSRの動作を説明するためのフローチャート。

【図22】 本発明の第3の実施の形態におけるLSRの構成を示すブロック図。

【図23】 第3の実施の形態のLSRにおけるフォワーダの詳細構成を示すブロック図。

【図24】 第3の実施の形態のLSRにおけるフォワーダ(X)の詳細構成を示すブロック図。

【図25】 第3の実施の形態のLSRにおけるフォワーダ(X)の詳細構成を示すブロック図。

【符号の説明】

10、30、40 ラベルスイッチングルータ (LSR)

11 論理LSR管理部

14 ラベルスイッチング処理部

23 ラベル分配プロトコル処理部

31 トポロジ情報フラッディング処理部

32 トポロジ情報管理部

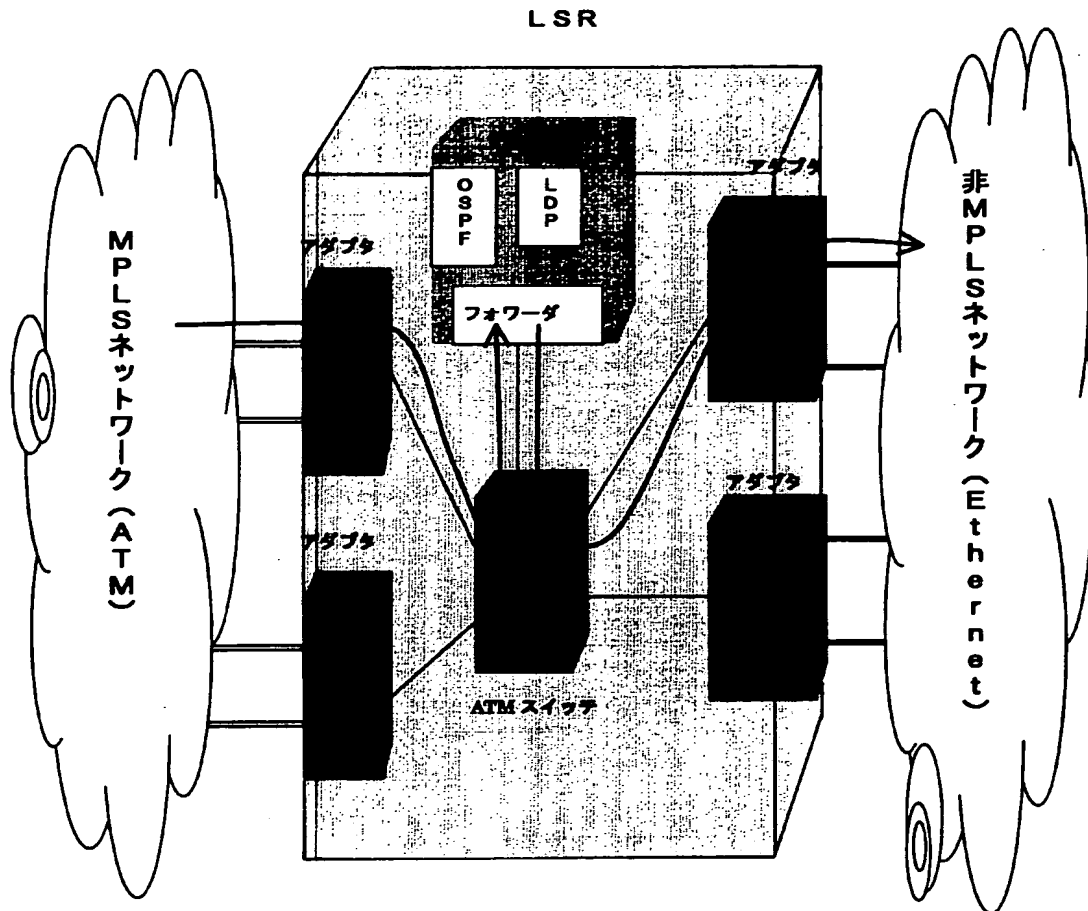
33 トラヒックエンジニアリング処理部

34 MPLSフォワーディング管理部

【書類名】 図面

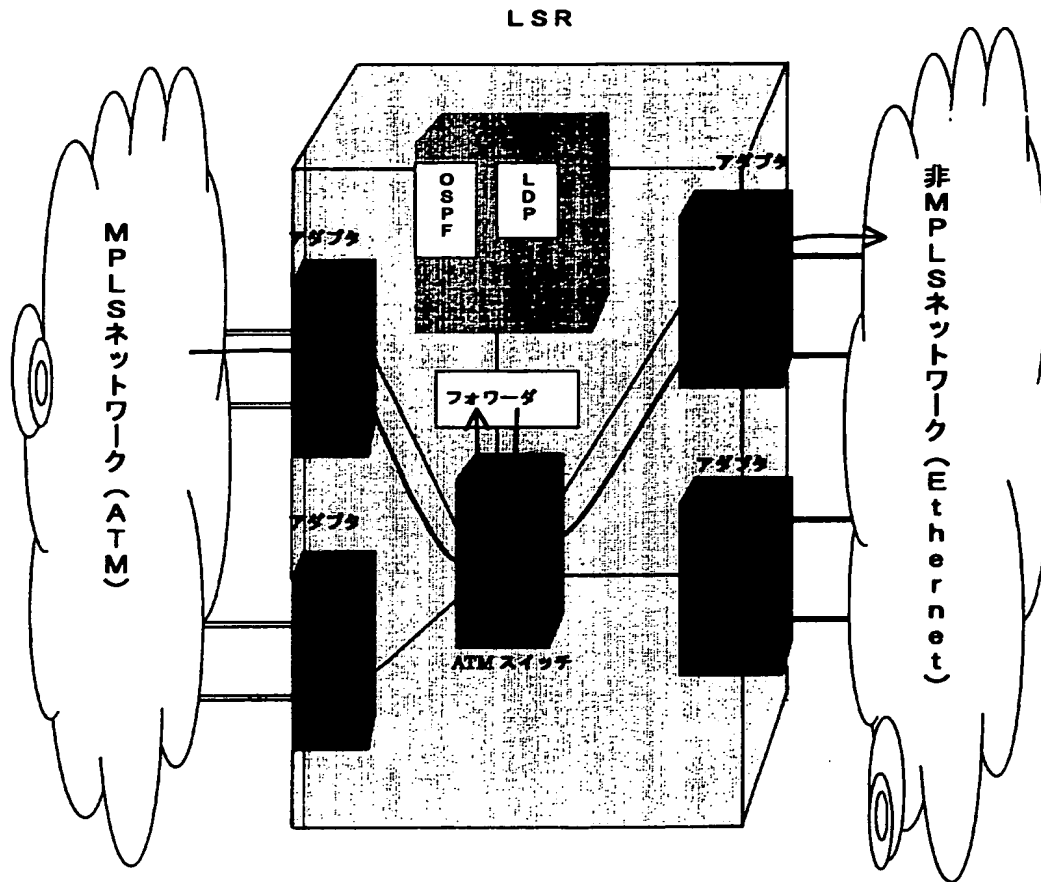
【図 1】

ATM-Switch ベースの MPLS エッジデバイスとしての LSR の構成例  
(CPU に IP/MPLS フォワーダを実装)



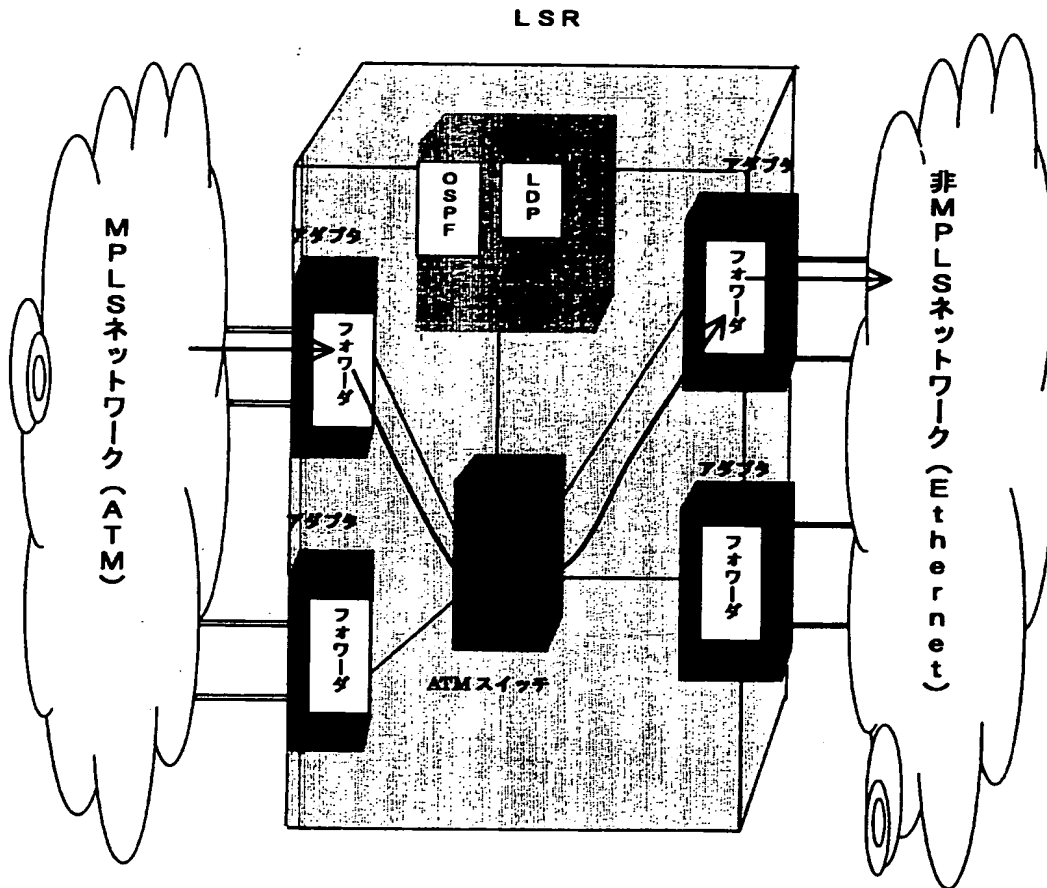
【図 2】

ATM-Switch ベースの MPLS エッジデバイスとしての LSR の構成例  
(CPU の前段に IP/MPLS フォワーダを実装し、CPU をショートカット)



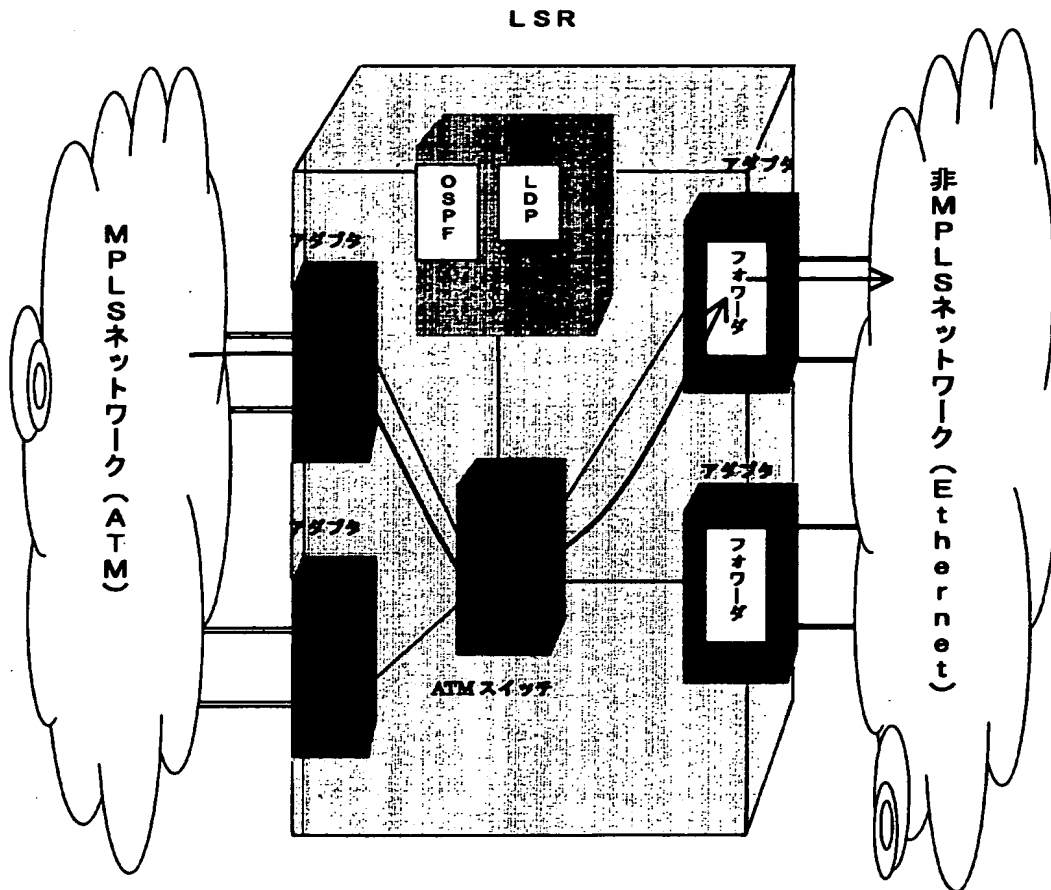
【図 3】

ATM-Switch ベースの MPLS エッジデバイスとしての LSR の構成例  
(IP/MPLS フォワーダを各アダプタに実装)



【図 4】

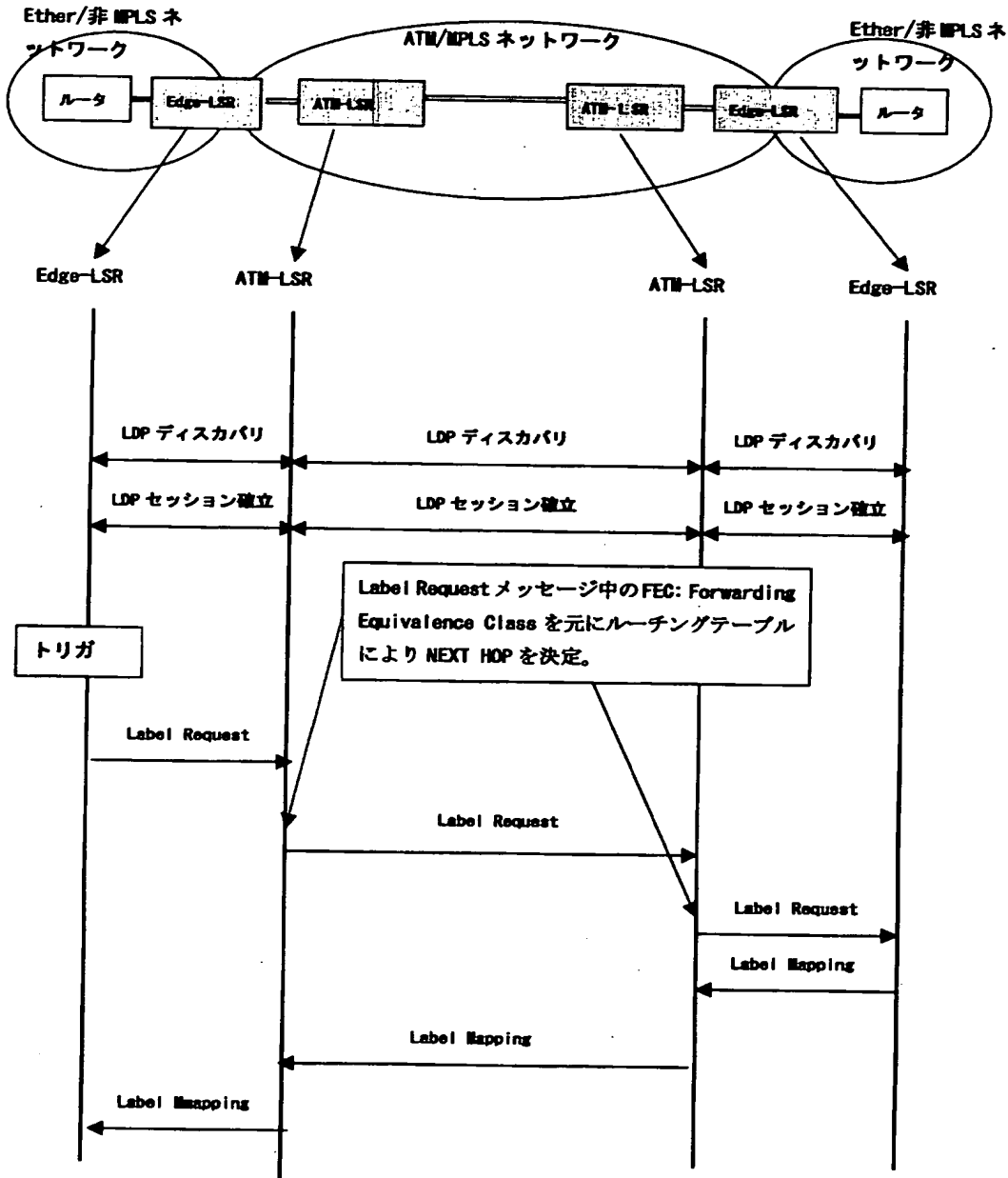
ATM-Switch ベースの MPLS エッジデバイスとしての LSR の構成例  
 (IP/MPLS フォワーダをパケットの出口のアダプタに実装)





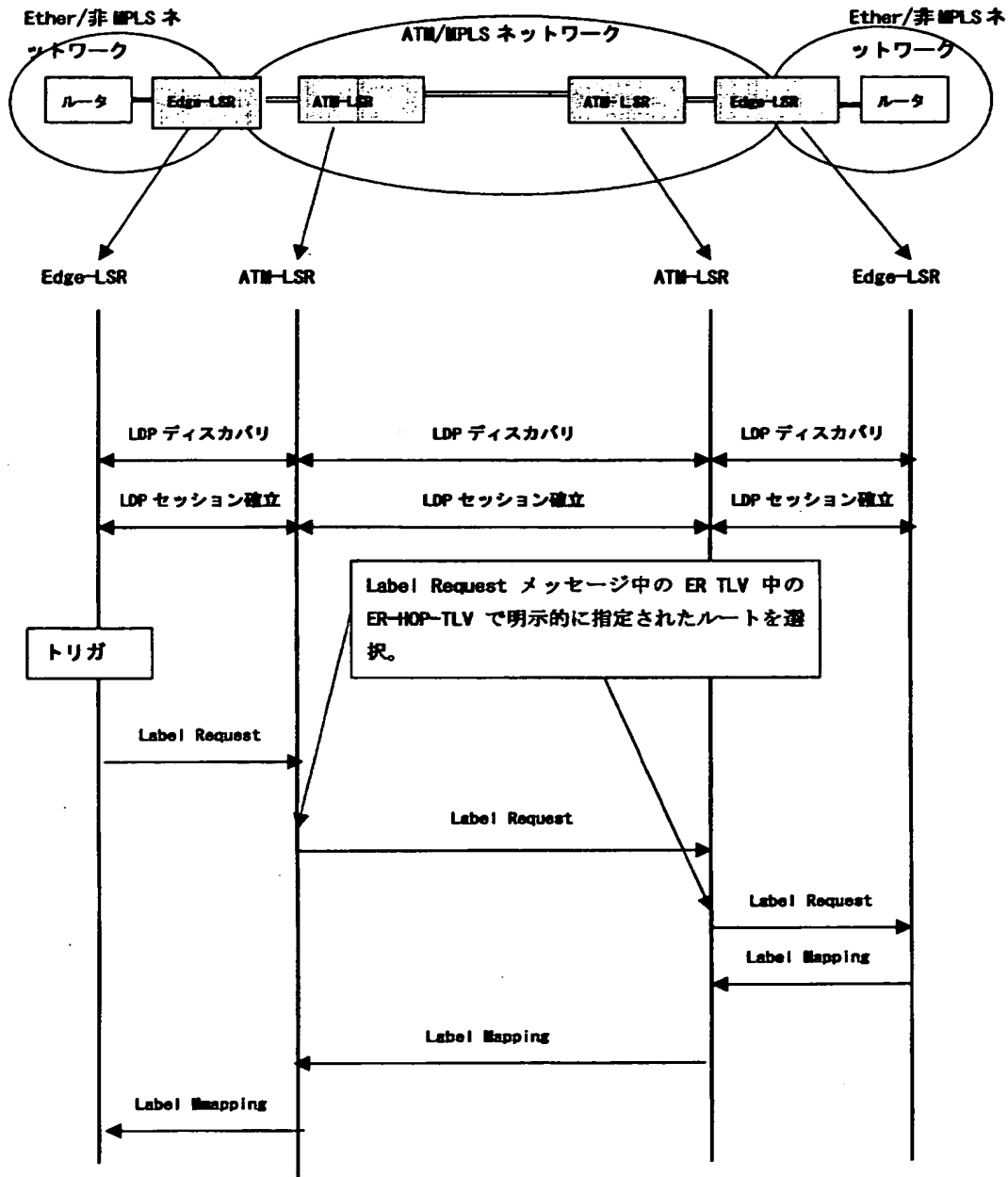
【図 5】

MPLS における hop by hop routing でのラベル分配シーケンス (LDP による場合: Downstream-on-demand/Ordered 制御の例)



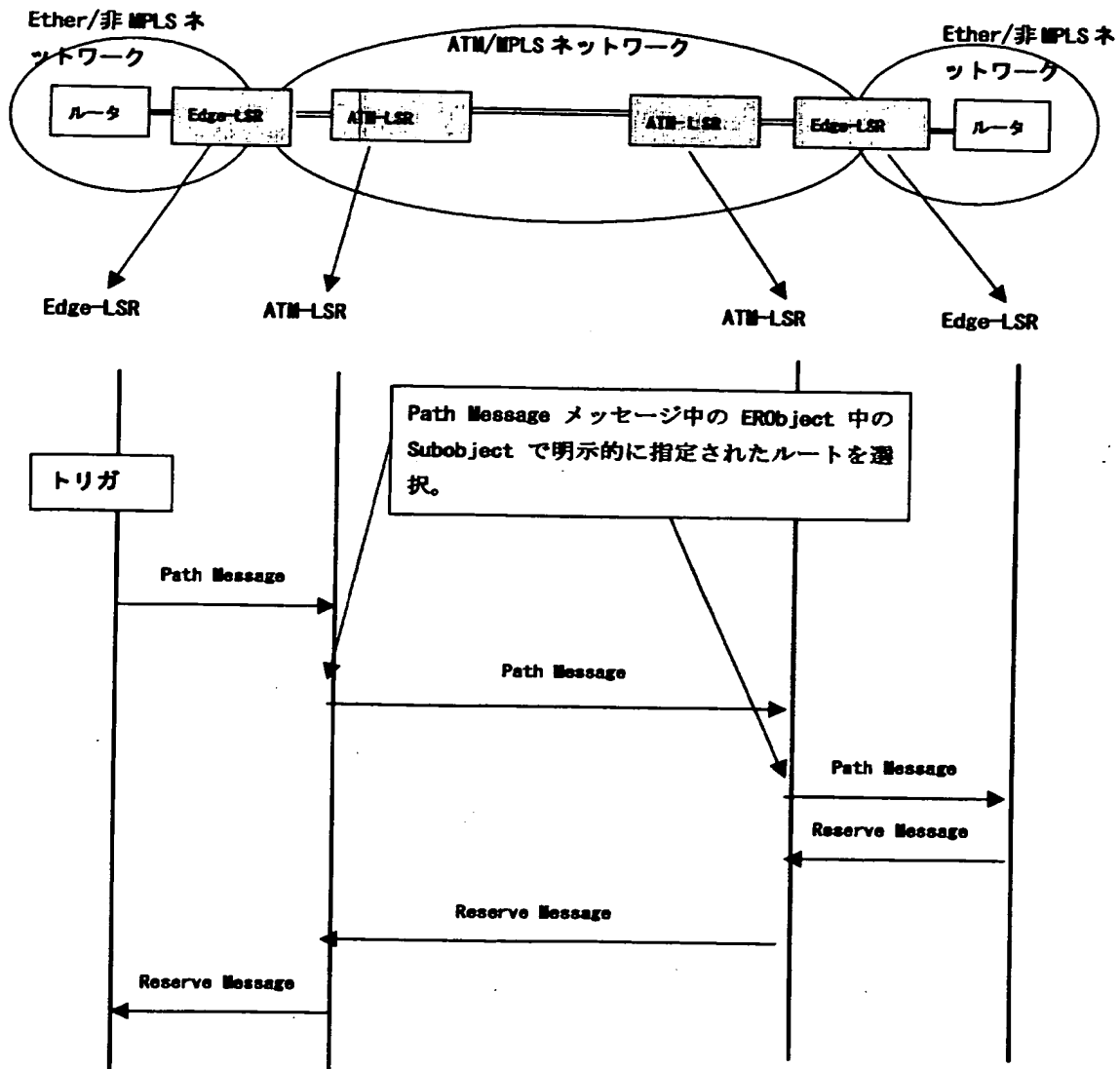
【図 6】

MPLS における Explicit routing でのラベル分配シーケンス (CR-LDP による場合)



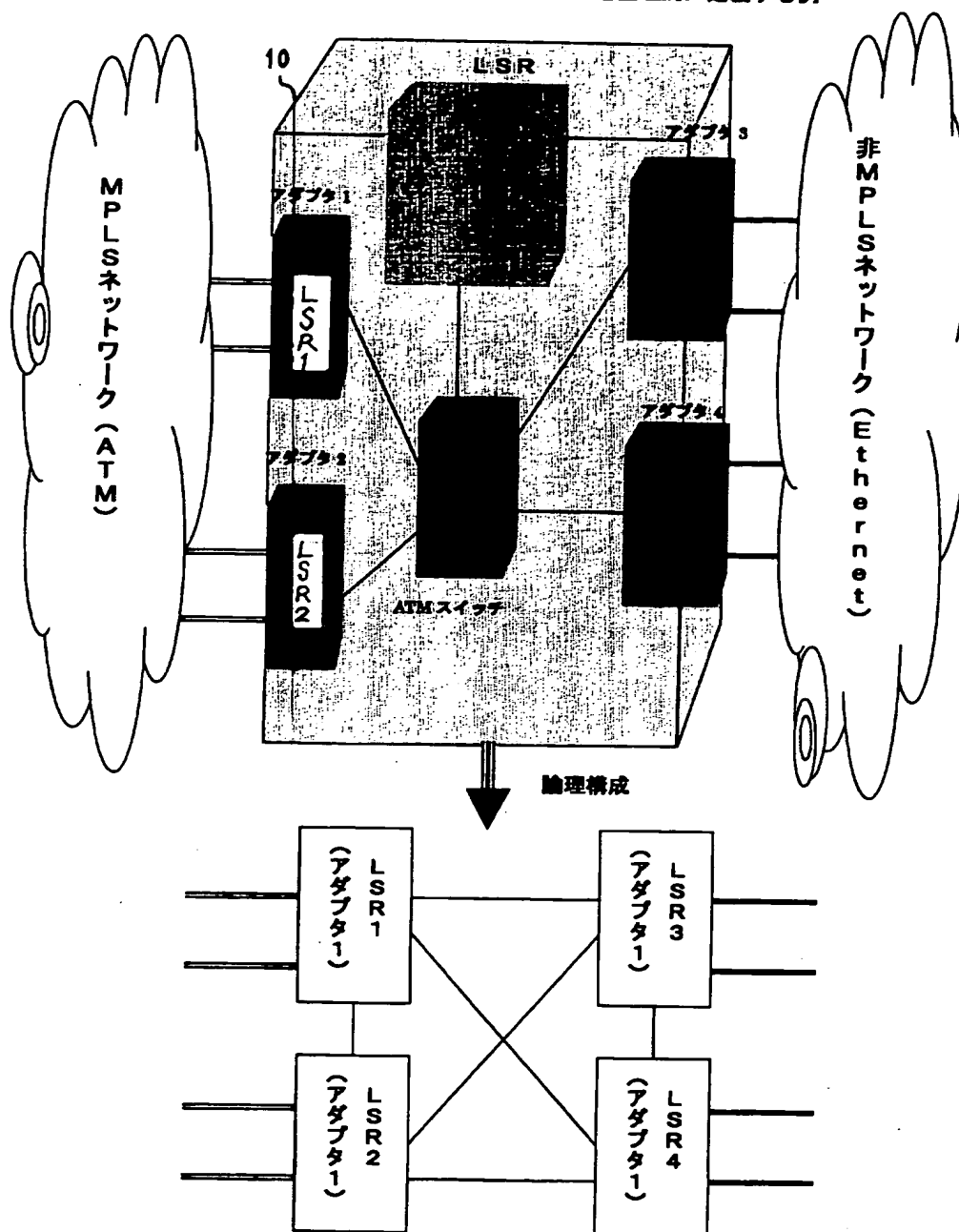
【図 7】

MPLSにおける Explicit routing でのラベル分配シーケンス (RSVP for LSP Tunneling)

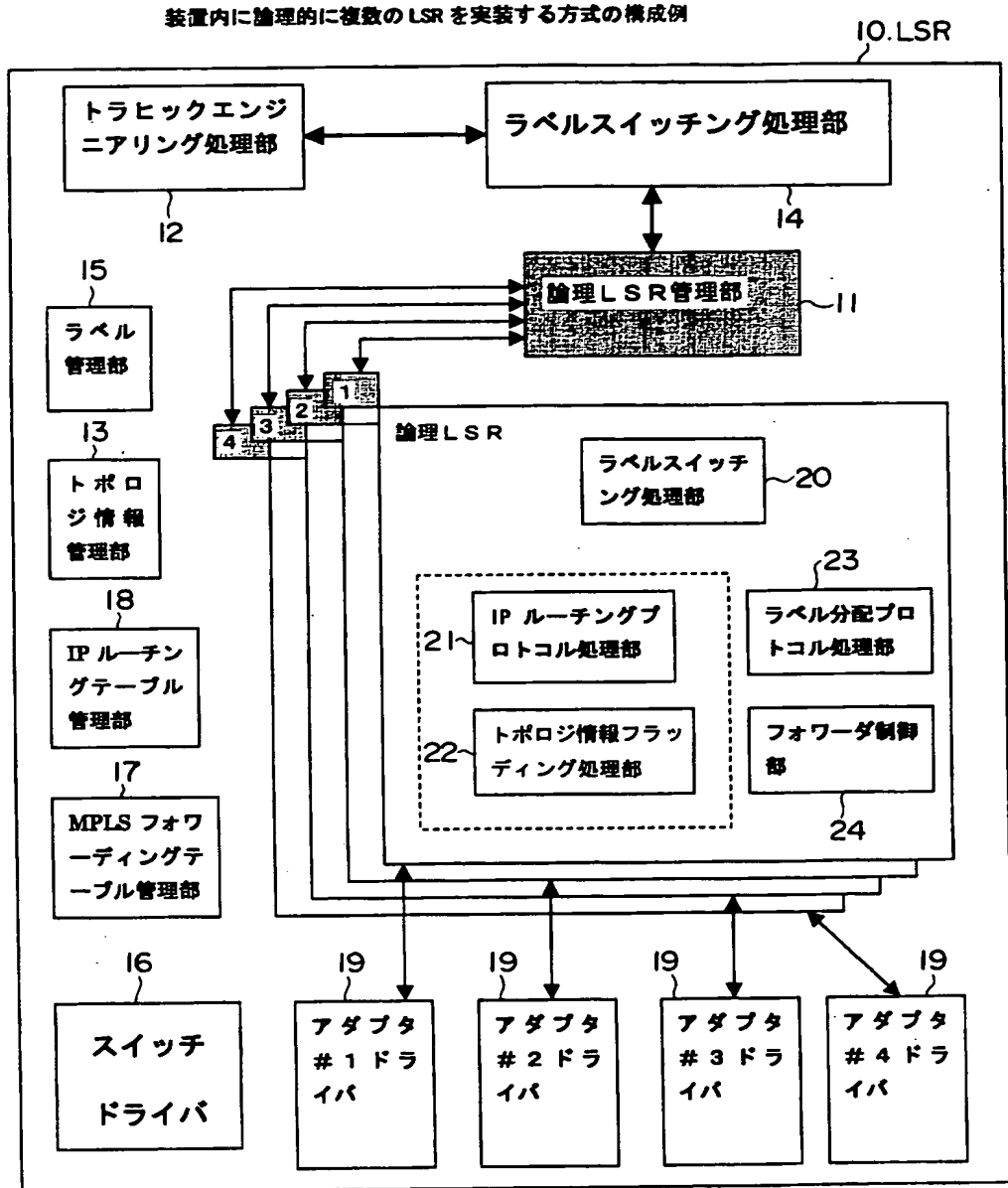


【図 8】

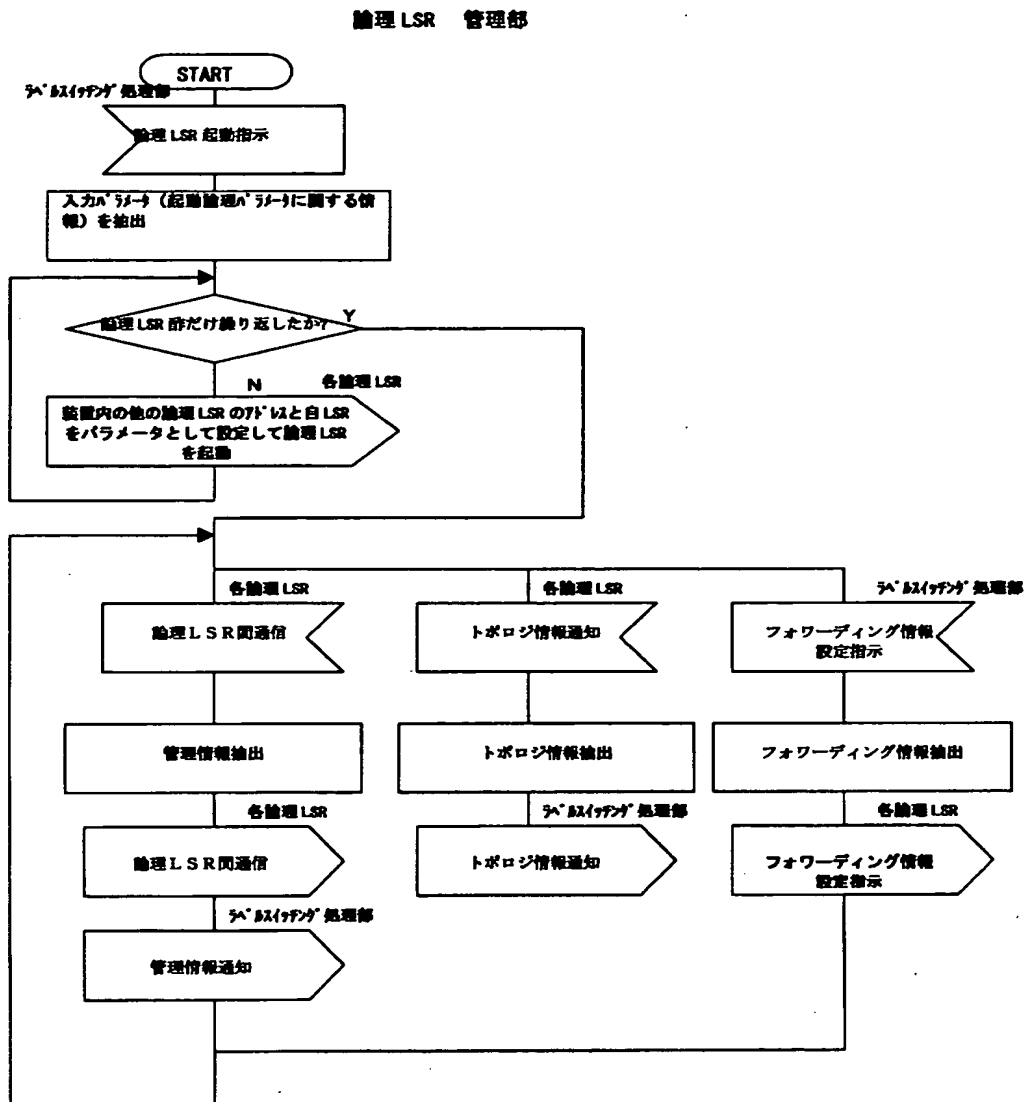
装置内のそれぞれのアダプタ対応に独立の LSR を論理的に定義する例



【図 9】

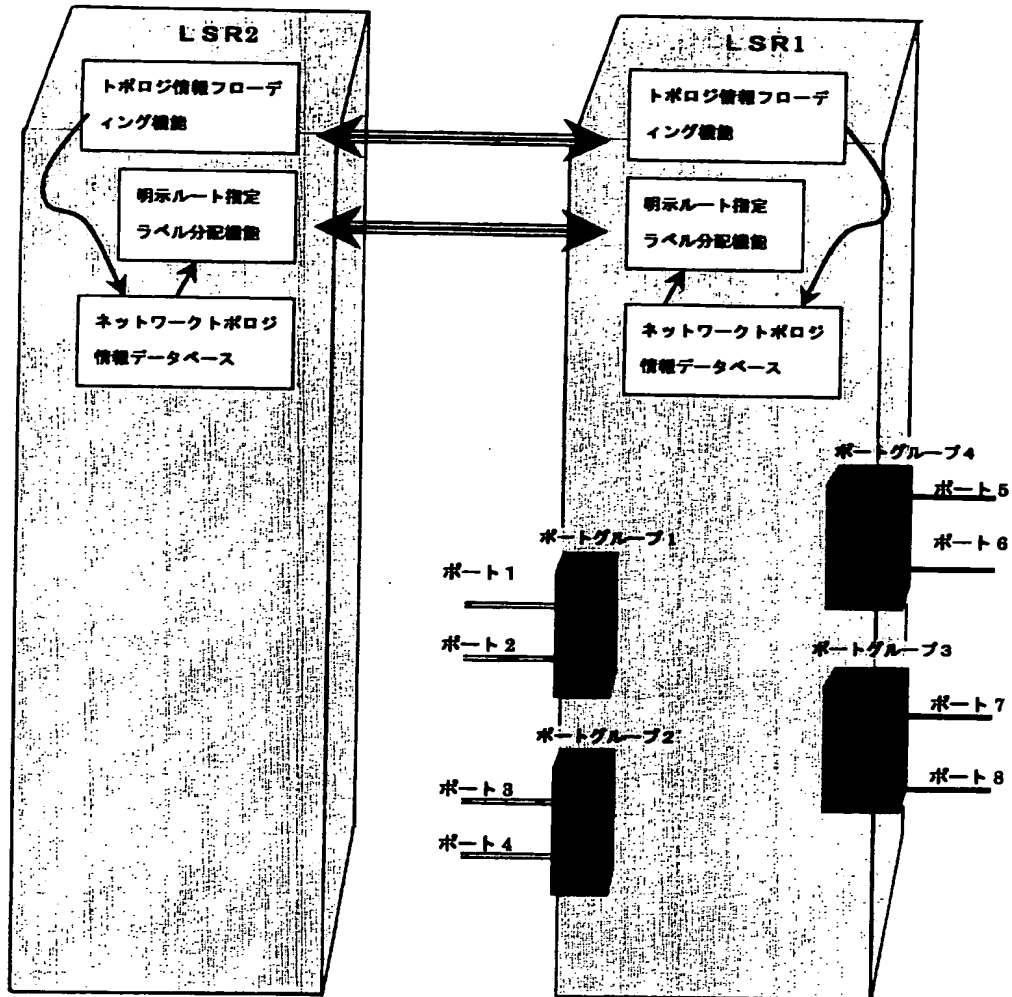


【図 10】



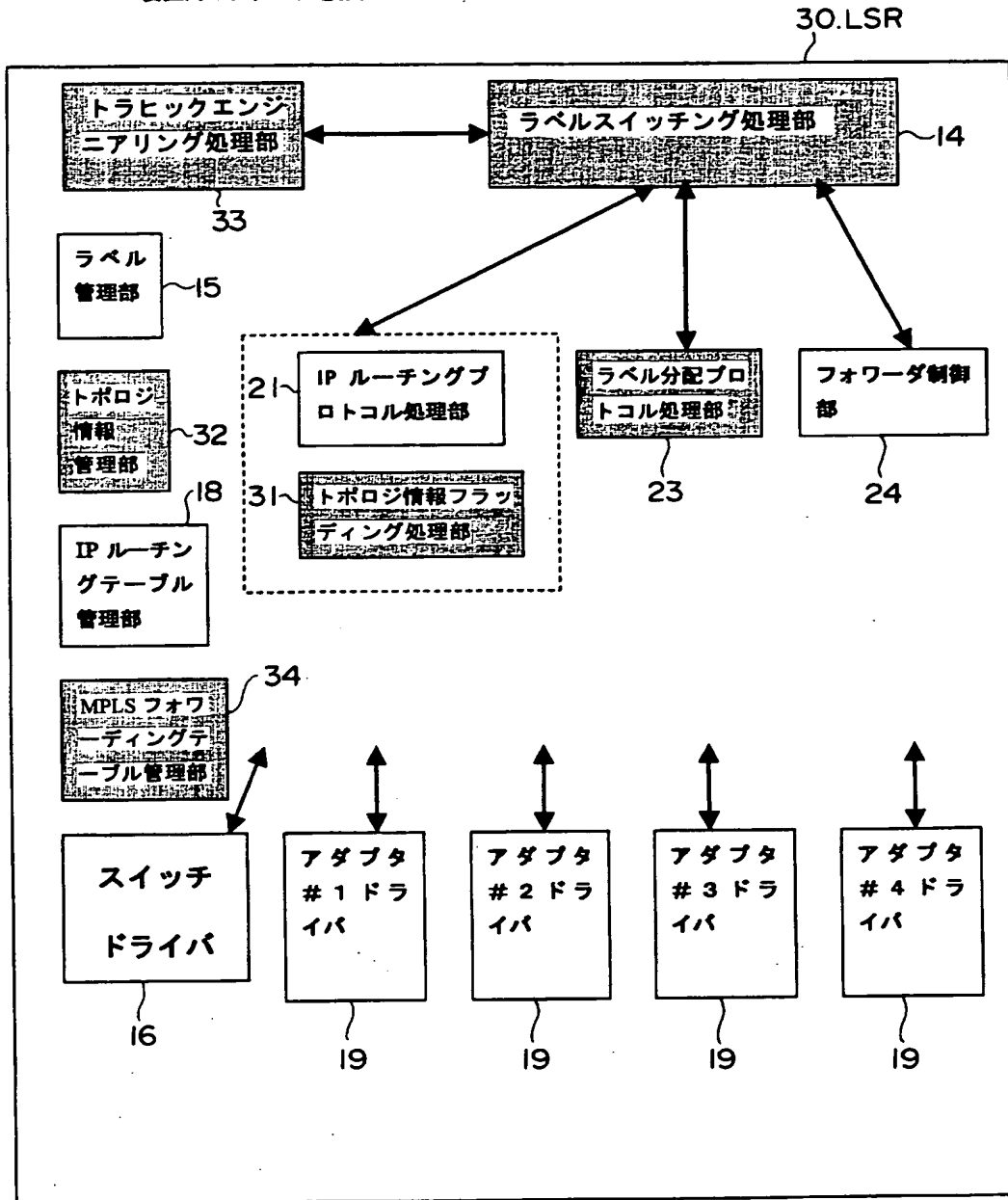
【図 11】

装置内のアダプタを指定可能とする方式の装置構成



【図 12】

装置内のアダプタを指定可能とする方式の構成例





【図 1 3】

## トラヒックエンジニアリング用の OSPF の opaque LSA の定義例

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1			
+++++	+++++	+++++	+++++
	リンク状態年齢	オプション	タイプ: 10
+++++	+++++	+++++	+++++
	168	TE 用 LSA ID	LSA 番号
+++++	+++++	+++++	+++++
	広告元ルータ		
+++++	+++++	+++++	+++++
	リンク状態シーケンス番号		
+++++	+++++	+++++	+++++
	リンク状態チェックサム		長さ
+++++	+++++	+++++	+++++
	可変		
+++++	+++++	+++++	+++++
~	~	~	~
+++++	+++++	+++++	+++++
	可変		
+++++	+++++	+++++	+++++

## 1. Router Address TVLV (Type- Variable Length - Value)

LSA を生成するルータの 4 オクテット IP アドレス。

## 2. Neighbor TVLV

トラヒックエンジニアリングトポロジ中の隣接のシリーズを記述する。

link type, link ID, metric, sub-TVLV のサイズ 0 またはそれ以上の sub-TVLV を含む。sub-TVLV は付加情報を供給するために使用される。

Link Type                    1 オクテット; 1: p2p, 2: multi-access  
 Link ID                    4 オクテット  
 Metric                    4 オクテット  
 Length of Sub-TVLV        2 オクテット  
 0-65504 オクテットの sub-TVLV

以下の sub-TVLV が定義される。

Sub-TVLV タイプ	長さ(オクテット)	値(オクテット)	名称
1	1	4	インターフェースアドレス
2	1	4	隣接アドレス
3	1	4	最大リンク帯域
4	1	2	最大割当て可能リンク帯域 (%)
5	1	32	環予防帯域
6	1	4	リソースクラス (カラー、管理グループ)

※ネットワーク管理者によって割り当てられた 4 オクテットのビットマスクであり、それぞれのビットは、インターフェースに割り当てられた 1 管理グループに対応する。

【図 1 4】

CR-LDP の Label Request Message, ER TLV, ER HOP TLV  
及び リソースクラス TLV

1. Label Request Message の構成

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+++++																																							
0 Label Request (0x0401)   メッセージ長																																							
+++++																																							
Message ID																																							
+++++																																							
FEC TLV																																							
+++++																																							
Message ID TLV (mandatory)																																							
+++++																																							
LSPID TLV (CR-LDP, mandatory)																																							
+++++																																							
ER-TLV (CR-LDP, optional)																																							
+++++																																							
Traffic TLV (CR-LDP, optional)																																							
+++++																																							
Pinning TLV (CR-LDP, optional)																																							
+++++																																							
Resource Class TLV (CR-LDP, optional)																																							
+++++																																							
Pre-emption TLV (CR-LDP, optional)																																							
+++++																																							

2. Explicit Route TLV (ER-TLV)の構成

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+++++																																							
0 0  ER-TLV (0x0800)   Length																																							
+++++																																							
ER-Hop TLV 1																																							
+++++																																							
ER-Hop TLV 2																																							
+++++																																							
~ .....																																							
+++++																																							
ER-Hop TLV n																																							
+++++																																							

【図 15】

CR-LDP の Label Request Message, ER TLV, ER HOP TLV  
及び リソースクラス TLV

3. Explicit Route Hop TLV (ER-Hop TLV)の構成

```

0          1          2          3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|0| ER-Hop タイプ |                長さ                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|L|                内容 //                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
ER-Hop タイプ
  値      タイプ
-----
0x801   IPv4 プレフィックス
0x802   IPv6 プレフィックス
0x803   自立システム番号
0x804   LSPID

```

4. IPv4 プレフィックスの構成

```

0          1          2          3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|0|      0x801      |                長さ                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|L| 予約              | プレフィックス長 |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                IPv4 アドレス (4 オクテット)                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

5 Resource Class (Color) TLV の構成

```

0          1          2          3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|0| ResCls-TLV (0x0822) |                長さ                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|                リソースクラス                |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

【図 16】

## ER HOP TLV の追加定義例

## 1. Explicit Route Hop TLV (ER-Hop TLV)の構成例

```

0          1          2          3
01234567890123456789012345678901
+++++
|0|0| ER-Hop タイプ |          長さ          |
+++++
|L|          内容 //          |
+++++
ER-Hop タイプ
  値      タイプ
-----
0x801  IPv4 プレフィックス
0x802  IPv6 プレフィックス
0x803  自立システム番号
0x804  LSPID
0x805  ポート及びポートグループ (リンク及びリンクグループ) ← 追加例
0x806  リソースクラス                                         ← 追加例

```

## 2. ポート及びポートグループ (リンク及びリンクグループ) の構成例 ← 追加例

```

0          1          2          3
01234567890123456789012345678901
+++++
|0|0|          0x801          |          長さ          |
+++++
| 出力ポートグループ番号 |          出力ポート番号          |
+++++

```

出力ポートグループ番号：当該装置を通る LSP の下流方向のポートグループ (リンクグループまたはインターフェースグループ) を示す。

ALL '1'はワイルドカードを示す。出力ポートのみ指定した  
い場合に使用。

出力ポート番号：当該装置を通る LSP の下流方向のポート (リンクまたはインターフェース) を示す。

ALL '1'はワイルドカードを示す。出力ポートグループのみ指定した  
い場合に使用。

【図 17】

RSVP Extension の Path Message, EXPLICIT\_ROUTE オブジェクト  
及び IPv4 Subobject

1. Path Message の構成

```

<Path Message> ::=
    <Common Header> [ <INTEGRITY> ]
    <SESSION> <RSVP_HOP>
    <TIME_VALUES>
    [ <EXPLICIT_ROUTE> ]
    <LABEL_REQUEST>
    [ <SESSION_ATTRIBUTE> ]
    [ <POLICY_DATA> ... ]
    [ <sender descriptor> ]
    <sender descriptor> ::=
        <SENDER_TEMPLATE> [ <SENDER_TSPEC> ]
        [ <ADSPEC> ]
        [ <RECORD_ROUTE> ]

```

2. Explicit Route オブジェクトの構成

```

      0           1           2           3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+++++
|                                     |
//                               (オブジェクトの内容)                               //
|                                     |
+++++

```

EXPLICIT\_ROUTE オブジェクトは subobjects と呼ばれる可変長のデータ項目の連続である。

3. Subobjects

```

      0           1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5
+++++-----//-----+
|L| Type | Length | (Subobject の内容) |
+++++-----//-----+

```

タイプ：subobject の内容のタイプを示す。現在定義されている値は以下の通り。

- 0 予約
- 1 IPv4 プレフィックス
- 2 IPv6 プレフィックス
- 32 自立システム番号
- 64 MPLS label switched path 終端

4. IPv4 プレフィックス

```

      0           1           2           3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+++++
|L| タイプ | 長さ | IPv4 アドレス(4 バイト) |
+++++
| IPv4 アドレス(継続) | プレフィックス長 | フラグ |
+++++

```

【図 18】

## EXPLICIT\_ROUTE オブジェクトの Subobject の追加定義例

## 1. Subobjects

```

0          1
0123456789012345
+++++-----+
|L| Type  | Length | (Subobject の内容) |
+++++-----+

```

タイプ：subobject.の内容のタイプを示す。現在定義されている値は以下の通り。

- 0 予約
- 1 IPv4 プレフィックス
- 2 IPv6 プレフィックス
- 32 自立システム番号
- 64 MPLS label switched path 終端
- 127 ポート及びポートグループ（リンク及びリンクグループ） ← 追加

## 2. ポート及びポートグループ（リンク及びリンクグループ）の構成例 ← 追加

```

0          1          2          3
01234567890123456789012345678901
+++++-----+
| タイプ | 長さ | 出力ポートグループ番号 |
+++++-----+
| 出力ポート番号 | フラグ |
+++++-----+

```

出力ポートグループ番号：当該装置を通る LSP の下流方向のポートグループ（リンクグループまたはインターフェースグループ）を示す。

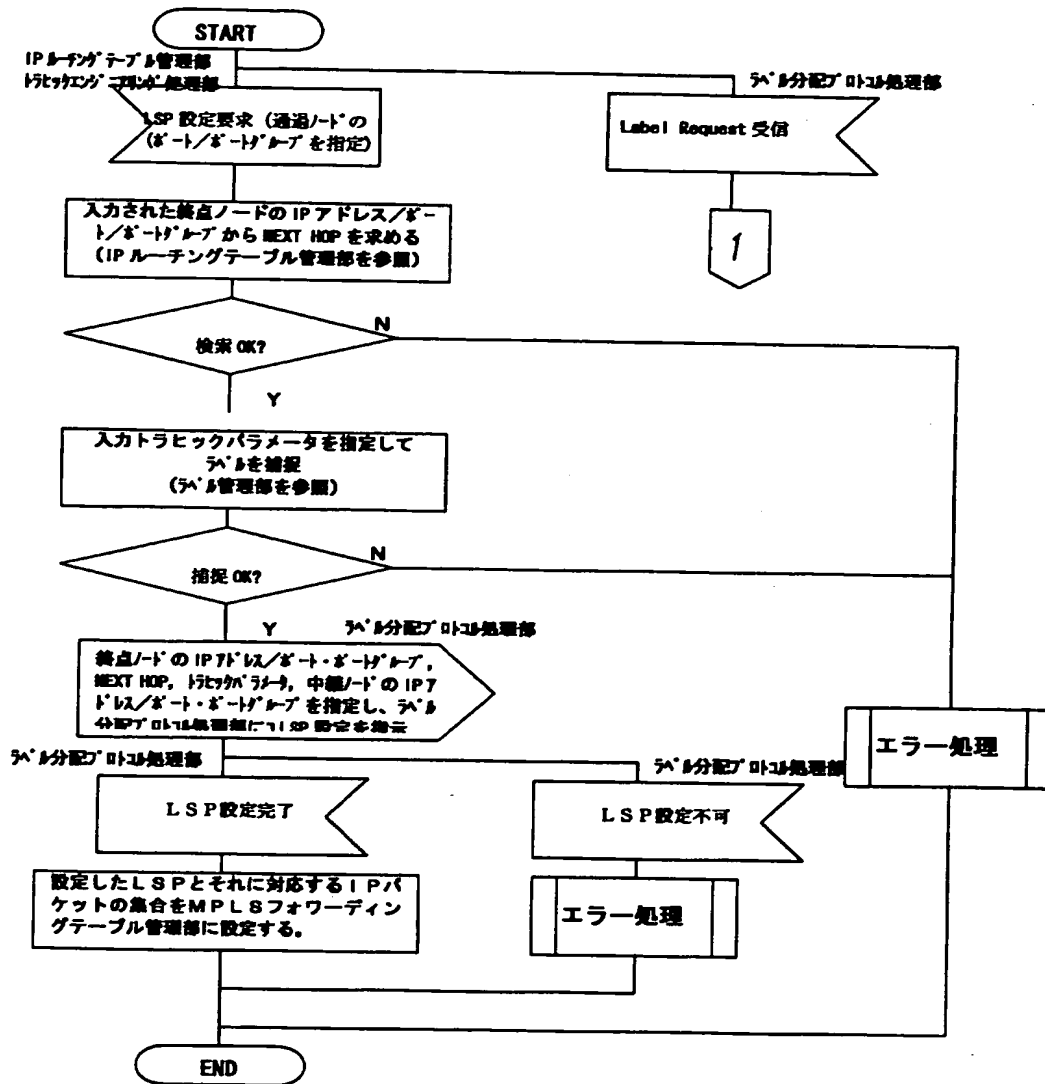
ALL '1'はワイルドカードを示す。出力ポートのみ指定したい場合に使用。

出力ポート番号：当該装置を通る LSP の下流方向のポート（リンクまたはインターフェース）を示す。

ALL '1'はワイルドカードを示す。出力ポートグループのみ指定したい場合に使用。

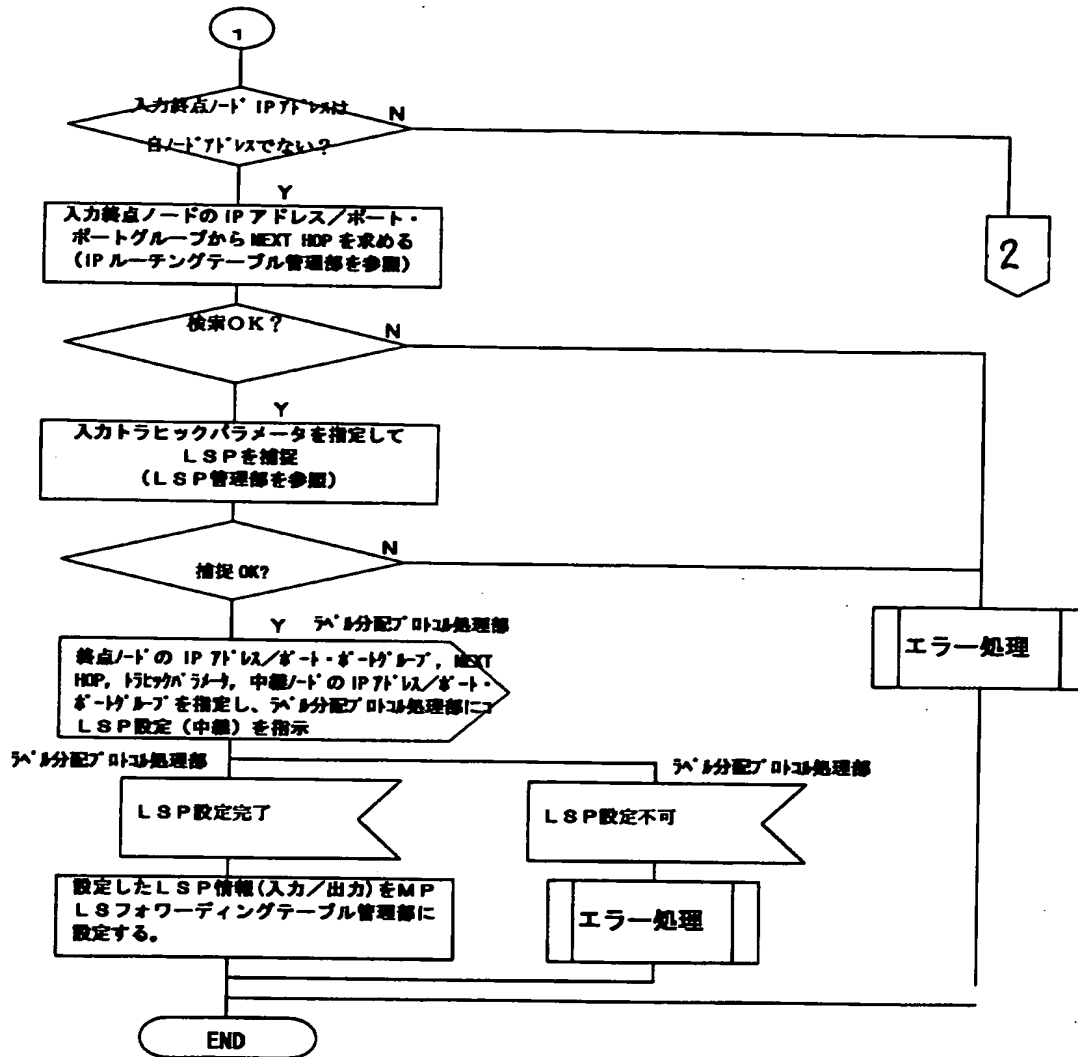
【図 19】

ラベルスイッチング処理部 1/3



【図 20】

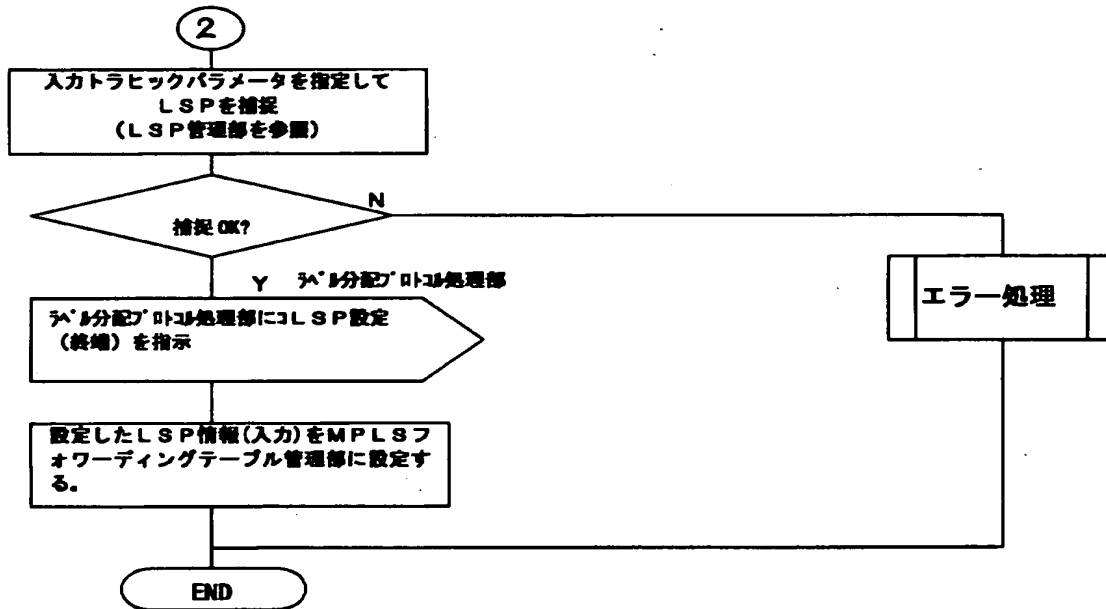
ラベルスイッチング処理部 2/3





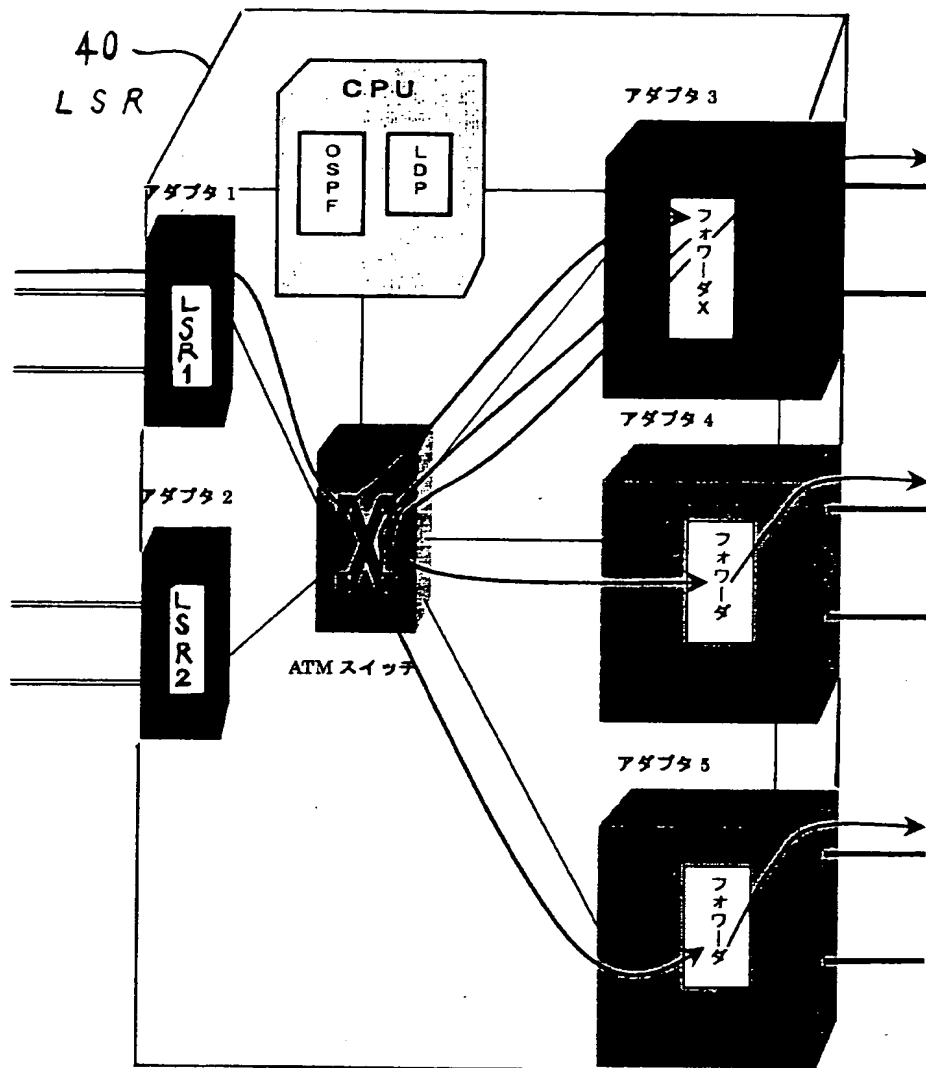
【図 2 1】

ラベルスイッチング処理部 3 / 3

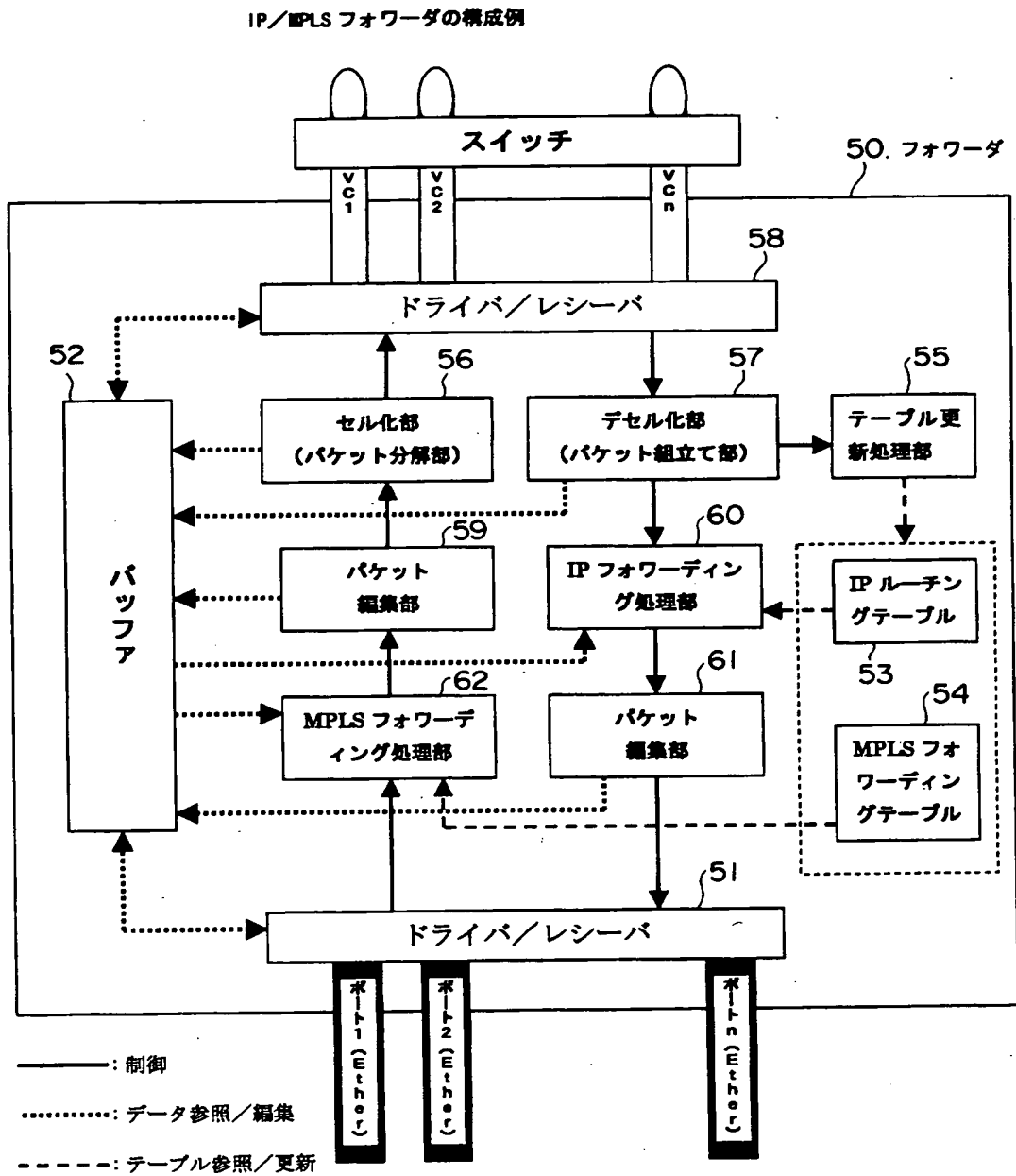


【図 22】

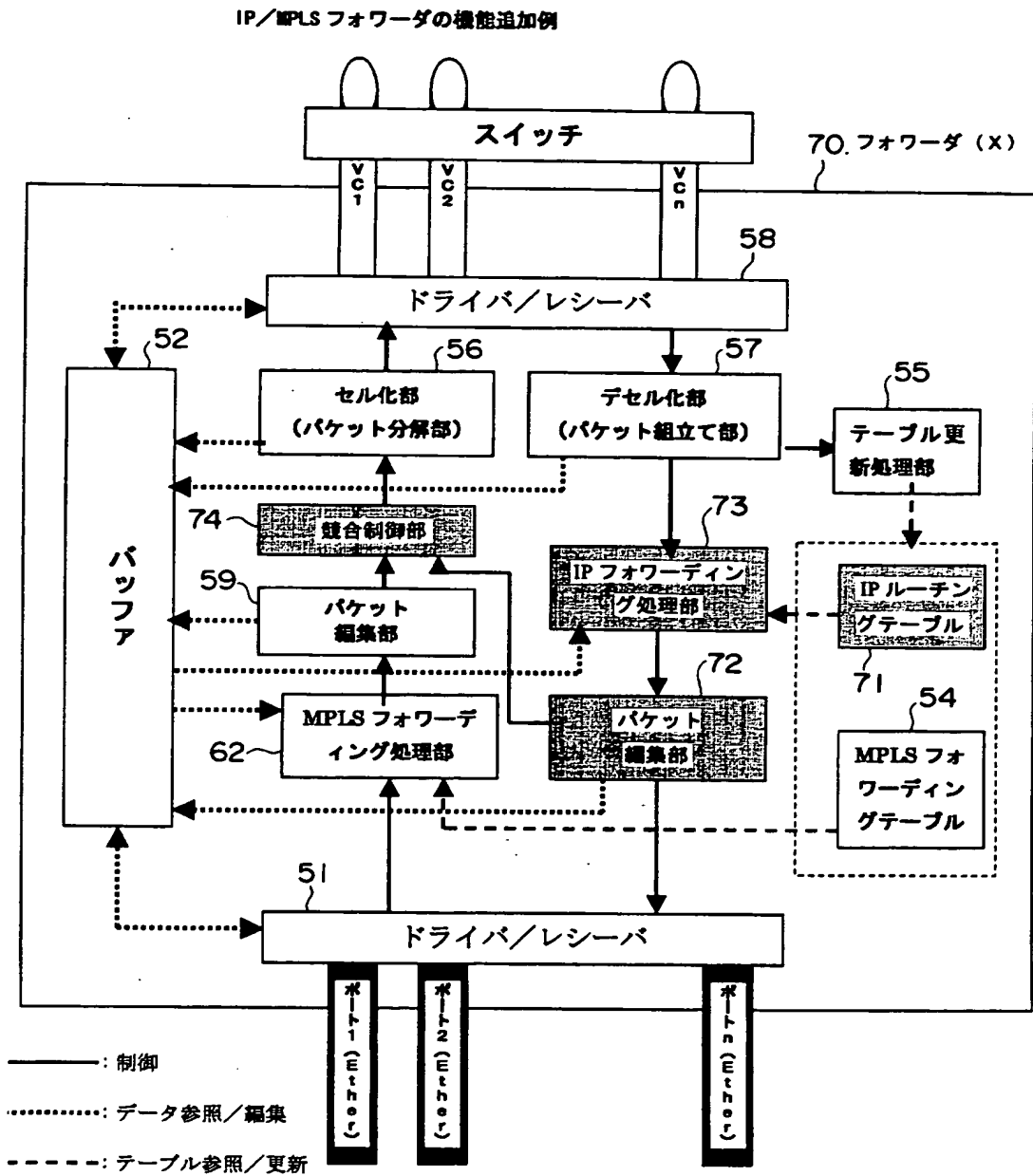
装置内の出口アダプタで内部折り返しする方式の例



【図 23】

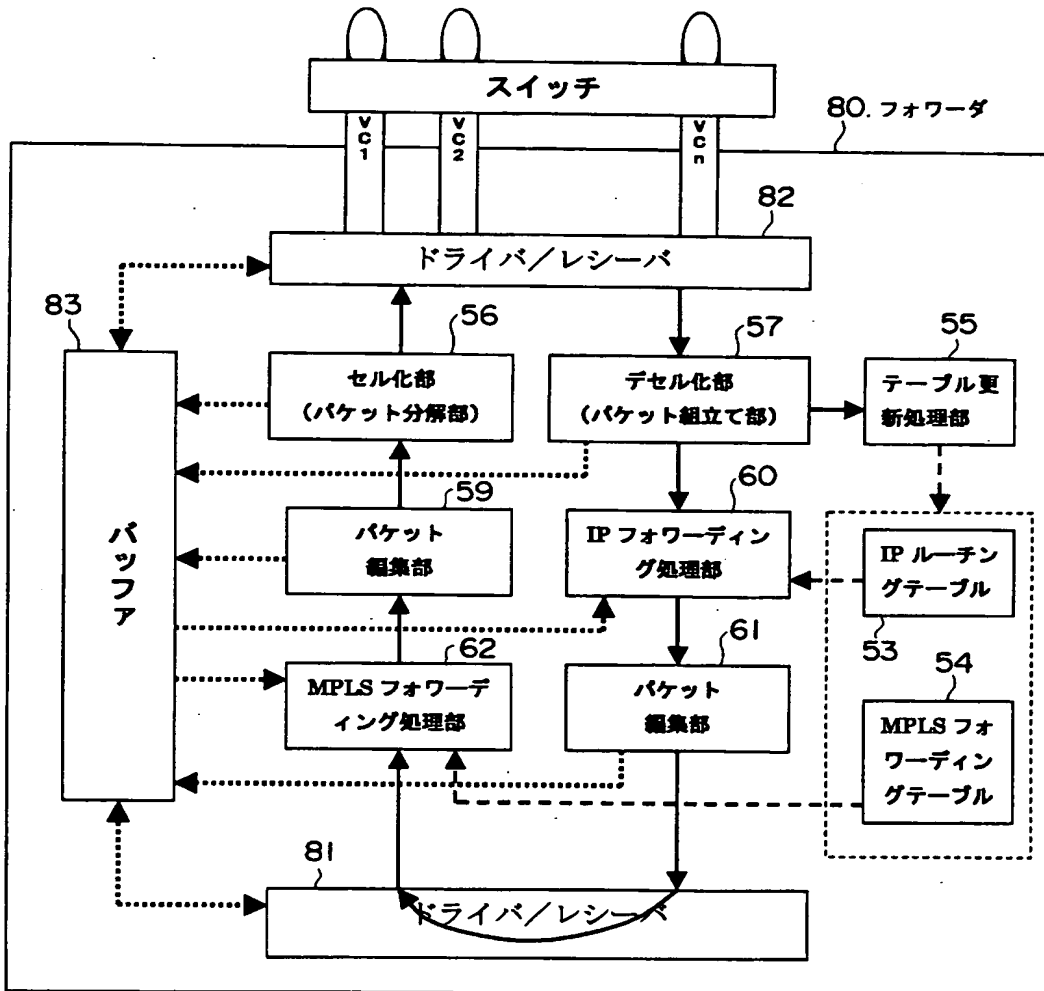


【図 24】



【図 25】

IP/MPLS フォワーダの機能追加例



———: 制御

.....: データ参照/編集

-----: テーブル参照/更新

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 M P L S (ラベルスイッチング) を実現する A T M ネットワークにおけるラベルスイッチングアーキテクチャと A T M - S w i t c h ベースの装置アーキテクチャとのマッピング、及び M P L S が提供する様々なルートの指定 ( C o n s t r a i n t   b a s e   R o u t i n g ) 機能の細粒性を図ることを可能にする明示ルート指定方法及びパケット中継装置を提供する。

【解決手段】 パケット中継装置は、それぞれラベルスイッチング機能を有するように論理的に複数に分割された論理ルータ構成手段と、明示的ルート指定によりラベルスイッチングのパスを設定するとき、出口ノードのポートまたはポートグループを指定するための手段とを備える。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社